
UNIV. OF
TORONTO
LIBRARY



INTERNATIONALES

ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE.

ORGAN

DER

„INTERNATIONALEN GESELLSCHAFT FÜR PHOTOGRAMMETRIE".

UNTER MITWIRKUNG DER HERREN:

E. DEVILLE, GENERAL-SURVEYOR IN CANADA; PROF. DR. S. FINSTERWALDER IN MÜNCHEN; PROF. K. FUCHS IN PRESSBURG; DR. M. GASSER, PRIVATDOZENT DER TECHH. HOCHSCHULE IN DARMSTADT; PROF. DR. N. HERZ IN WIEN; PROF. DR. HOHENNER IN DARMSTADT; K. U. K. GENERAL BARON A. HÜBL IN WIEN; PROF. DIPL. ING. A. KLINGATSCH IN GRAZ; PROF. DR. W. LÁSKA IN PRAG; PROF. DR. A. MARCUSE IN BERLIN; GEH. BAURAT PROF. DR. A. MEYDENBAUER IN GODESBERG A. RHEIN; INGENIEUR-GEOGRAPH P. PAGANINI IN FLORENZ; DR. C. PULFRICH IN JENA; A. RANZA, TENENTE INGEGNERE IN ROM; J. SACONNEY, CAPITAINE DU GÉNIE IN PARIS; REGIERUNGSRAT DIREKTOR F. SCHIFFNER IN WIEN; PROF. TH. SCHMID IN WIEN; PROF. DR. SERVUS IN CHARLOTTENBURG; C. TARDIVO, CAPITANO DEL GENIO IN ROM; INGENIEUR R. THIELE, STAATSRAT IN MOSKAU; INGENIEUR DR. J. TORROJA IN MADRID; TOPOGRAPH A. O. WHEELER IN CANADA.

REDIGIERT

VON

EDUARD DOLEŽAL,

O. Ö. PROFESSOR AN DER K. K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE IN WIEN.

II. BAND.

1909—11.

WIEN UND LEIPZIG.

K. U. K. HOF-BUCHDRUCKEREI UND HOF-VERLAGS-BUCHHANDLUNG

CARL FROMME.

1911.

Verlagsarchiv-Nr. 1258.

Inhaltsverzeichnis

des

Internationalen Archives für Photogrammetrie.

II. Band.

I. Namensverzeichnis.

Seite

II. Sachverzeichnis.

Abhandlungen.

Kleinere Mitteilungen.

Literaturbericht.

Bibliographie.

Vereinsnachrichten.

INTERNATIONALES
ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

Redaktion: Prof. E. DOLEŽAL in Wien.

II. Jahrgang | Juni 1909 | Heft 1.

Hofrat Professor Dr. Anton Schell,

weil. o. ö. Professor der prakt. Geometrie an der k. k. Technischen Hochschule in Wien



Geboren zu Baden bei Wien 17. Nov. 1835 — Gestorben zu Wien 9. Februar [illegible]

Dr. Ant. Schell

Diese Aufnahme stammt aus dem Jahre 1907

Am 9. Februar 1909, 8 Uhr morgens, ist der um die geodätische Wissenschaft und besonders um die Einführung der Photogrammetrie in Österreich hochverdiente Hofrat Prof Dr. Anton Schell nach kurzer Krankheit gestorben[1]).

Anton Schell stammt aus einer angesehenen Badener Familie und wurde am 17. November 1835 in diesem Kurorte geboren, wo er auch den ersten Elementarunterricht erhielt. Später besuchte er die bekannte Hauptschule bei St. Anna in Wien, der eine so große Zahl hervorragender Männer die ersten Grundlagen ihrer Bildung verdanken. Nach Beendigung seiner Gymnasialstudien trat Schell am 1. Oktober 1855 in das k. k. polytechnische Institut in Wien ein und absolvierte die sämtlichen ordentlichen und außerordentlichen Lehrgegenstände, welche in den fünf Jahrgängen gelehrt wurden, mit durchwegs vorzüglichem Erfolge.

Am 1. Februar 1859 erhielt er provisorisch und am 1. Oktober desselben Jahres definitiv die Assistentenstelle an der Lehrkanzel für praktische Geometrie am Wiener Polytechnikum, welche damals der in der Geschichte unseres technischen Unterrichtswesens rühmlichst bekannte Prof. Herr innehatte. In dieser Stellung bot sich ihm Gelegenheit, bei einer Landesvermessung mitzuwirken und sich an den von Prof. Herr geleiteten Triangulierungs- und Anschlußarbeiten an das preußisch-schlesische Netz auf dem Spieglitzer Schneeberge zu beteiligen. Bei der hohen natürlichen Begabung und dem eisernen Fleiße Schells konnte er sich unter der Leitung eines so hervorragenden Fachmannes in den vier Jahren seiner Tätigkeit als Assistent derart auszeichnen, daß er in dem jugendlichen Alter von 29 Jahren eine Berufung an das baltische Polytechnikum in Riga erhielt, dessen Unterrichtssprache damals noch die deutsche war.

Er folgte dem ehrenvollen Rufe und entfaltete an der alten Hochschule als Lehrer der Geodäsie und sphärischen Astronomie und auch der darstellenden Geometrie eine von reichen Erfolgen gekrönte Tätigkeit.

Neben seiner akademischen Wirksamkeit fand Schell auch Gelegenheit, sich in zwei in hohem Ansehen stehenden wissenschaftlichen Vereinen, dem Naturforschervereine und dem technischen Vereine in Riga, zu betätigen. Er beteiligte sich an allen Arbeiten der beiden Vereine und hielt eine große Anzahl populärer und wissenschaftlicher Vorträge. In der alten Baltenstadt entstanden auch die ersten wissenschaftlichen Arbeiten Schells, welche bald die Aufmerksamkeit der deutschen Gelehrten auf ihn lenkten. Ein enges Freundschaftsband verknüpfte ihn in Riga mit dem berühmten Professor der Physik Toepler.

Als Professor in Riga war Schell schon im Jahre 1864 Hofrat und rückte in dieser Stelle zum Staatsrate vor; seine allzu große Bescheidenheit war Ursache, daß nur einige wenige aus seinem Bekanntenkreise wußten, daß Prof. Schell berechtigt war, den Titel eines „Russischen Staatsrates" zu führen.

Mit Allerhöchster Entschließung vom 20. September 1875 wurde dem

[1]) „Nachruf und Lebensbeschreibung des Hofrates Prof. Dr. Anton Schell" sind in der „Badener Zeitung" vom 1[illegible]. Februar 1909 enthalten.

Gelehrten durch die Ernennung zum ordentlichen Professor der Geodäsie und sphärischen Astronomie an der k. u. k. technischen Militärakademie in Wien mit den Bezügen und dem Range eines ordentlichen Professors der technischen Hochschule in Wien die Möglichkeit geboten, wieder in die geliebte Heimat zurückzukehren.

Hier eröffnete sich ihm nun ein Wirkungskreis, der ihn lebhaft anregte und voll befriedigte; als er schon längst die Militärakademie verlassen. sprach er noch immer mit großer Freude und Genugtuung von den daselbst zugebrachten Jahren. Ihre kaiserlichen Hoheiten, die Herren Erzherzoge Eugen und Leopold Salvator zählten zu seinen Schülern und er erzählte oft von der außerordentlichen Auffassung, der peinlichen Gewissenhaftigkeit und dem seltenen Fleiße, mit dem die jungen Erzherzoge ihren Studien aus praktischer Geometrie und Mappierungskunde oblagen. Die kaiserlichen Hoheiten vergaßen auch später nicht ihres verdienstvollen Lehrers, den sie oft auf der Straße ansprachen oder zu sich einluden. Neben diesen erlauchten Hörern besuchten noch eine Reihe der bedeutendsten unserer Generäle und eine große Anzahl hervorragender Generalstabsoffiziere die Vorlesungen Schells. Es seien hier nur genannt die Exzellenzen Feldmarschall-Leutnants: Otto Frank, Kommandant des k. u. k. militärgeographischen Institutes in Wien, Franz Wikullil und Alex. Chevalier Minarelli-Fitzgerald, Truppendivisionäre, die Generalmajore: Paul v. Puhallo, Kommandant der Kriegsschule, Stefan Meangya, Eugen Ritter v. Schlesinger, Artillerie-Generalingenieur, die Generalstabsoberste Brüder Goiginger, die Oberste Dr. Julius Mandl, Elbogen usw.

Mit Allerhöchster Entschließung vom 23. Mai 1885 erfolgte endlich die Ernennung Anton Schells zum ordentlichen Professor der praktischen Geometrie an der technischen Hochschule in Wien und hatte er hiermit das richtige Feld für seine wissenschaftliche Betätigung gefunden.

Unermüdlich und rastlos wirkte er nun an der Anstalt, an der er schon als Schüler und als junger Assistent mit inniger Liebe hing bis an die Schwelle des siebzigsten Lebensjahres.

Im Studienjahre 1889/90 wurde er durch das Vertrauen seiner Kollegen zum Rektor der Wiener technischen Hochschule gewählt und nach der Errichtung des geodätischen Kurses, um dessen Zustandekommen er sich besonders verdient gemacht hatte. zum Präses der geodätischen Staatsprüfungskommission ernannt.

Im Jahre 1905 zwang ihn seine angegriffene Gesundheit dem Lehramte zu entsagen, an dem er mit allen Fasern seines edlen Herzens hing, um sich in den wohlverdienten Ruhestand zurückzuziehen, den er leider nicht allzu lange genießen sollte.

Anton Schell, der unvermählt geblieben war, hatte sein ganzes Leben, seine ganze große Arbeitskraft ausschließlich der Wissenschaft und der Lehrtätigkeit gewidmet.

Schon bei Beginn seiner Hochschulstudien war das Lehramt das feste Ziel seines Strebens Durch seine glänzenden Studienerfolge lenkte er bald die Aufmerksamkeit seiner Lehrer auf sich und als Assistent Prof. Herrs war

es ihm möglich, seine große Begabung für das Lehramt zu erweisen. Hervorragende Techniker, welche um diese Zeit die Vorlesungen aus der praktischen Geometrie hörten, erinnern sich gerne an die gewissenhafte Peinlichkeit, mit welcher der junge Assistent allen seinen Pflichten im Zeichensaale und bei den praktischen Übungen nachkam, an den Eifer, mit welchem er das Interesse der Studierenden für den Gegenstand des Vortrages zu wecken wußte, und an die Geschicklichkeit, mit der er sie in die Handhabung der geodätischen Instrumente einzuführen verstand.

Da Prof. Herr vielfach zu Arbeiten im Ministerium für Kultus und Unterricht herangezogen wurde, mußte ihn Schell oftmals in seinen Vorlesungen vertreten und zeigte er sich schon damals als Meister des freien Vortrages. Die Hörer begrüßten den jungen, hübschen und liebenswürdigen Assistenten, so oft er den Katheter bestieg, mit herzlicher Freude und lauschten mit größter Aufmerksamkeit seinen wohldurchdachten, klaren und formvollendeten Ausführungen. Diese Klarheit und Leichtigkeit der Diktion verließ den Gelehrten nicht bis ins späteste Alter. In seinen Vorlesungen an der technischen Hochschule behandelte er selbst die schwierigsten und verwickeltsten Kapitel seiner Disziplin mit bewunderungswürdiger Leichtigkeit und verstand es auch meisterhaft, durch die methodische Entwicklung und die fesselnde Darstellung, das Interesse der Hörer stets rege zu erhalten und ihr Verständnis zu erwecken.

Bei den Vorträgen über Instrumentenkunde, in welchen für den Lehrer die Gefahr, trocken und monoton zu werden, so nahe liegt, wo leider nur zu oft von den Stellschrauben des Unterbaues beginnend, jedes Detail mit einer allzu übertriebenen Genauigkeit beschrieben und dimensioniert wird und das unbedeutendste Korrektionsschräubchen eine minutiöse Darstellung erhält, so daß manchem Zuhörer vor dem komplizierten Apparate graut und schließlich niemand aus dem Auditorium weiß, worin das Wesen des geschilderten Instrumentes eigentlich besteht, verstaud es Prof. Schell vortrefflich, die wesentlichen Bestandteile auch des kompliziertesten Instrumentes aus der Fülle der nebensächlichen Details herauszuschälen, die Art und Weise seiner Funktionierung klipp und klar zu präzisieren und dem Hörer zu verdeutlichen.

Er gab sich nicht ab mit einer ermüdenden Aufzählung von Schrauben und Schräubchen, Libellen und Nonien, sondern baute das Instrument durch die organische Verbindung der wichtigen Punkte, Linien und Ebenen in seiner Zusammensetzung und in seiner Wirksamkeit einfach und faßlich vor dem Hörer auf.

Die Übungen aus der praktischen Geometrie unter Prof. Anton Schell bleiben allen Hörern, die an ihnen teilnahmen, in unvergeßlicher, angenehmer Erinnerung.

Über die drastische stets den Nagel auf den Kopf treffende Art seiner praktischen Unterweisungen bei der Feldarbeit zirkulieren zahlreiche Anekdoten.

In seinen letzten Lebensjahren und bei beginnender Kränklichkeit waren diese Übungen für ihn sehr anstrengend, trotz alledem ließ er sich niemals

davon abhalten, auch in beschwerlichen Terrainverhältnissen seiner Lehrverpflichtung nachzukommen.

Trotz der außerordentlichen Liebe, mit der Prof. Schell an seinem Lehramte hing, fand der ungewöhnlich tätige Mann auch noch Zeit zu mannigfacher Betätigung in der Praxis. Er war Mitglied des Patentamtes und der k. k. Normal-Eichungskommission, er wirkte unermüdlich für die Verbesserung des österreichischen Katasterwesens.

Und trotz alledem wußte er sich noch die Zeit für bedeutende wissenschaftliche Arbeiten abzuringen. Schells Arbeiten über Tachymetrie sind rühmlich bekannt, außerdem enthalten die „Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften", die „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architektenvereines", das „Notizblatt des technischen Vereines in Riga", Schlömilchs „Zeitschrift für Mathematik und Physik", Eders „Handbuch der Photographie" eine große Zahl geodätischer und photogrammetrischer Abhandlungen aus der Feder Schells. Speziell für die Ausgestaltung und Verbreitung der Photogrammetrie war er unermüdlich tätig und er darf mit Fug und Recht als einer der hervorragendsten Bahnbrecher dieses Wissenszweiges in Österreich bezeichnet werden. Hierbei kam ihm seine besondere Befähigung zur Konstruktion geodätischer Instrumente ganz außerordentlich zustatten.

Es seien hier nur der Universal-Phototheodolit, das Fokometer, ein photogrammetrischer Stereoskopapparat, welcher zuerst die Stereoskopie in den Dienst der photographischen Meßkunst stellte und dadurch die Anregung zu einer sehr bedeutsamen Erweiterung dieses Wissenszweiges gab, das Zentrierstativ für Polygonaufnahmen, die Universal-Distanzlatte usw. erwähnt.

Als Prof. Schell am 9. Februar 1909 für immer die scharfen Augen schloß, hatte er gewiß eine an praktischer Arbeit, an lehramtlichen Erfolgen und wissenschaftlicher Betätigung ungemein reiches Leben hinter sich.

Äußerliche Ehren hat er aber für sein ehrliches und aufopferungsvolles Streben nur wenige erhalten.

Für seine im Jahre 1869 in Riga verfaßte Inauguraldissertation „Über die Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde" erlangte er von der philosophischen Fakultät der Universität in Göttingen die Würde eines Doctor philosophiae et Magister liberalium artium.

Als er Riga verließ, wurde er zum Ehrenmitgliede des Naturforschervereines und zum korrespondierenden Mitgliede des technischen Vereines ernannt, eine Ehrung, die deutlich bewies, welche Sympathien sich der junge, in die Heimat zurückkehrende Gelehrte in der Fremde erworben hatte.

Beim Übertritte von der Militärakademie an die technische Hochschule erhielt er das Ritterkreuz des Franz Josef-Ordens, obwohl ihm mit Rücksicht auf seinen Rang wohl die Eiserne Krone gebührt hätte.

Während seiner zwanzigjährigen Tätigkeit als Lehrer an der k. k. Wiener technischen Hochschule wurde dem verdienstvollen, unermüdlichen Lehrer, der allerdings niemals sich vordrängte und vielleicht auch allzu bescheiden war, außer der Wahl zum Rektor nur geringe anderweitige Auszeichnung zuteil.

So wurde er bei der Regelung des Patentwesens in Österreich im Jahre 1900

als Mitglied des Patentamtes berufen; erst im Jahre 1904 wurde ihm die Ehre der Berufung zum Mitgliede der k. k. Normaleichungskommission zuteil.

Wie sehr hätte es Hofrat Prof. Dr. A. Schell gefreut, mitwirken zu können bei der „Österreichischen Kommission der internationalen Erdmessung"! Und die Ernennung zum korrespondierenden Mitgliede der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, in der er eine Reihe grundlegender, streng wissenschaftlicher Arbeiten veröffentlicht hat, hätte ihn für so manche unverdiente, herbe Schicksalsfügung entschädigt.

Erst bei seiner Versetzung in den Ruhestand, nach 46jähriger Dienstzeit, wurde ihm in Österreich der Titel eines Hofrates verliehen.

Für diese Kränkungen und unverdienten Zurücksetzungen boten dem greisen Lehrer die Zuneigung seiner Schüler, die Erfolge, welche so viele unter ihnen in der technischen Theorie und Praxis errangen, die erfreulichste Genugtuung.

Hofrat Dr. Schell war einer jener wenigen aufopferungsvollen Männer der Wissenschaft, die ganz in ihren Facharbeiten und in ihrer Lehrtätigkeit aufgehen. Während er selbst niemals streberisch äußerlichen Ehren und Erfolgen nachjagte, bereitete es ihm wieder eine aufrichtige und herzliche Freude, wenn einer seiner zahlreichen Schüler etwas Tüchtiges geleistet oder sich zu einer hervorragenden Stellung durchgerungen hatte.

Im persönlichen Verkehr mit seinen Hörern kurz angebunden, fast rauh, hatte er doch stets und überall das Wohl der Studentenschaft im Auge und war den jungen Leuten nicht bloß ein ausgezeichneter Lehrer, sondern auch ein väterlicher Freund.

Von den zahlreichen Geodäten, die er in Wien und Riga heranzog, von den vielen Offizieren, die ihm ihre topographische Ausbildung verdanken, wird sein Lebenswerk fortgesetzt werden. Sie alle werden ihm auch ein treues Gedenken bewahren, denn alle dürften empfunden haben, daß in der Brust Schells ein glühend für die Wissenschaft begeistertes, ein für alles Gute und Schöne lebhaft empfängliches Herz geschlagen hat.

* * *

Zum Schlusse des vorstehenden Nekrologes lassen wir eine Zusammenstellung der wissenschaftlichen Arbeiten des Prof. Dr. A. Schell folgen, die in chronologischer Reihenfolge geordnet erscheinen.

1. „Über die Bestimmung der Konstanten des Polarplanimeters" in den „Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften", LVI. Band, II. Abt., Wien 1867.

2. „Allgemeine Theorie des Polarplanimeters", ebenda, LVIII. Band, II. Abt., Wien 1868.

3. „Geometrischer Beweis des Lehmannschen Satzes über die Lage des Standortes in bezug auf das Fehlerdreieck", ebenda, LVI. Band, II. Abt., Wien 1867.

4. „Trigonometrischer Beweis des Lehmannschen Satzes" in „Notizblatt des technischen Vereines zu Riga", Riga 1868.

5. „Über die Genauigkeit der Winkelgleichung des Stampferschen Nivellierinstrumentes" in „Schlömilchs Zeitschrift für Mathematik und Physik", 1869.

6. „Über die Bestimmung der mittleren Dichtigkeit der Erde". „Inauguraldissertation zur Erlangung der Doktorwürde der Universität Göttingen". Göttingen 1869.

7. „Über das Wesen der Sternschnuppen" in „Naturforscherverein zu Riga", Riga 1870.

8. „Über den Einfluß der Fehler des Spiegelsextanten auf die Winkelmessung" in „Schlömilchs Zeitschrift für Mathematik und Physik", 1872.

9. „Theorie und Konstruktion achromatischer Fernrohre" im „Notizblatt des technischen Vereines in Riga", Riga 1872.

10. „Über die Bestimmung der Konstanten der Winkelgleichung des Stampferschen Nivellierinstrumentes" in der „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines in Wien", XXIV. Band, Wien 1872.

11. „Distanzmesser mit der Basis an dem Instrumente" in den „Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien", LXXV. Band, II. Abt., Wien 1877.

12. „Das Stand-Aneroidbarometer von Arzberger", ebenda LXXVI. Band, II. Abt., Wien 1877.

13. „Über den Einfluß einer Lattenschwankung auf die tachymetrisch bestimmte Horizontaldistanz und Höhe" in der „Zeitschrift des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines", XXXII. Band, Wien 1880.

14. „Geometrische Lösung des Problems zweier unzugänglicher Punkte", ebenda, XXXII. Band, Wien 1880.

15. Die Tachymetrie mit besonderer Berücksichtigung des Tachymeters von Tichy und Starke, Hofbuchhandlung L. W. Seidel & Sohn, Wien 1880.

16. Die Terrainaufnahme mit der tachymetrischen Kippregel, ebenda, Wien 1881.

17. „Der Einschneidetransporteur", ebenda, Wien 1882.

18. Die Methoden der Tachymetrie, ebenda, Wien 1883.

19. „Über die numerische Aufnahmemethode", Inaugurationsrede, gehalten als Rektor der k. k. Technischen Hochschule in Wien, Wien 1889.

20. „Der Phototheodolit für Terrain- und Architekturaufnahmen", Originalmitteilung in Dr. J. M. Eders „Handbuch der Photographie", I. Band, 2. Hälfte, W. Knapp in Halle a. S. 1892.

21. „Das Präzisionsnivellier-Instrument" in den „Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften", CXII. Band, II. Abt., Wien 1903.

22. „Das Universal-Stereoskop", ebenda, CXII. Band, Wien 1903.

23. „Die Bestimmung der optischen Konstanten eines zentrierten sphärischen Systemes mit dem Präzisions-Fokometer", ebenda, CXII. Band, Wien 1903.

24. „Konstruktion und Betrachtung stereoskopischer Halbbilder", ebenda, CXII. Band, Wien 1903.

25. Der photogrammetrische Stereoskopapparat, Hofbuchhandlung L. W. Seidel & Sohn, Wien 1904.

26. Die stereophotogrammetrische Bestimmung der Lage eines Punktes im Raume, ebenda, Wien 1904.

27. „Die stereophotogrammetrische Ballonaufnahme für topographische Zwecke" in den „Sitzungsberichten der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien", CXV. Band, Wien 1906.

Hofrat Prof. Dr. A. Schell hatte mehrere für Präzisionsmessungen bestimmte geodätische Instrumente nach von ihm aufgestellten Grundsätzen in der mathematisch-mechanischen Werkstätte von Starke & Kammerer ausführen lassen, und zwar:

1. Ein Zentrierstativ für Polygonaufnahmen,
2. ein festes Lot zur mechanischen Absenklung,
3. eine Universallatte zur Ermittlung von Entfernungen bei konstanten und veränderlichen optischen Winkel und
4. ein Tachymeterfernrohr, welches die optische Distanz- und Höhenmessung bei vertikaler und horizontaler Lage der Latte nach der Reichenbachschen, nach der logarithmischen und nach der trigonometrischen Methode auszuführen gestattet.

Für die Praxis der Photogrammetrie hat Prof. Schell wohldurchdachte Konstruktionen von Instrumenten geschaffen, die gleichfalls die Firma Starke & Kammerer ausgeführt hat; es sind dies:

1. Der Universal-Phototheodolit,
2. das Präzisions-Fokometer,
3. der photogrammetrische Stereoskopapparat und
4. der Zeichenapparat für eine rationelle Konstruktion der ortogonalen Projektion aus photogrammetrischen Aufnahmen;
5. ein Koordinatometer zur Ausmessung der Plattenkordinaten von Photogrammen und
6. ein Photo-Transformator

wurden hingegen in der mathematisch-mechanischen Werkstätte der Gebrüder R. & A. Rost in Wien hergestellt.

Prof. E. Doležal.

Gewichtsbestimmungen in der Photogrammetrie.

Von Privatdozent Dr. A. Haerpfer in Prag.

In der Abhandlung: „Das Grundproblem der Photogrammetrie, seine rechnerische und graphische Lösung nebst Fehleruntersuchungen"[1]) hat Prof. E. Doležal die Raumkoordinaten eines photogrammetrisch aufgenommenen Punktes P auf analytischem Wege bestimmt, indem dieser Punkt als Schnittpunkt zweier Raumgeraden G_1 und G_2 definiert wurde, die von den über den Basisendpunkten A und B gelegenen, perspektivischen

[1] Zeitschrift für Mathematik und Physik, 54. Band 1906, S. 13 bis 55.

Zentren C_1 und C_2 unter den Höhenwinkeln β_1 und β_2 ausgehen (vgl. hierzu Fig. 1).

Wird C_1 zum Ausgangspunkt eines räumlichen, rechtwinkeligen Koordinatensystems gemacht, dessen z-Achse die Vertikale in C_1 ist und dessen xz-Ebene die Basis AB, beziehungsweise $C_1 C_2$, deren Horizontalreduktion b und den Höhenunterschied h der beiden perspektivischen Zentren C_1 und

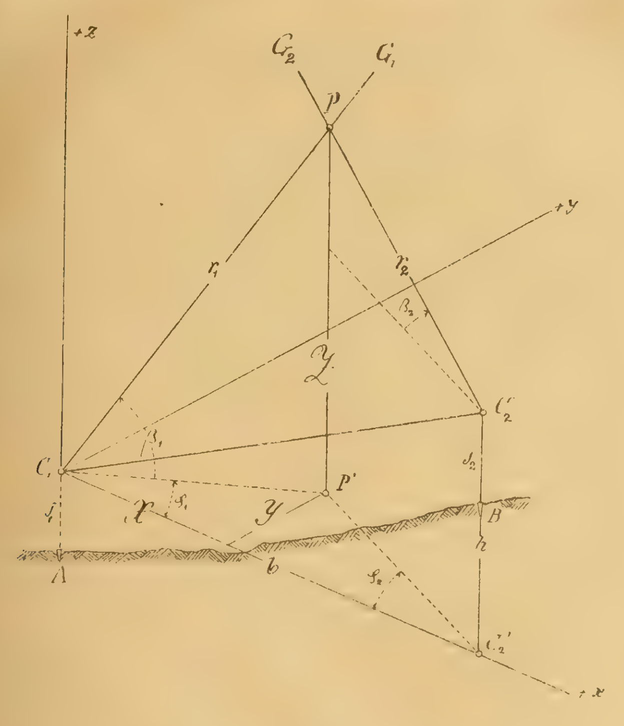


Fig. 1.

C_2 enthält, so sind X, Y und Z die unbekannten, recktwinkeligen Koordinaten des Raumpunktes P, in dem sich die Geraden $C_1 P = r_1 = G_1$ und $C_2 P = r_2 = G_2$ schneiden. Jede dieser beiden Raumgeraden ist durch zwei lineare Gleichungen dargestellt, die mit jenen von zwei vertikal projizierenden Ebenen, die durch diese Geraden mit Bezug auf das angenommene räumliche Achsensystem gelegt werden können, identisch sind. Die beiden Gleichungspaare können z. B. in der folgenden Form gewählt werden:

$$\text{Für } G_1 \;:\; \left.\begin{aligned} Y &= p\,X \\ Z &= n\,X \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

$$\text{Für } G_2 \;:\; \left.\begin{aligned} Y &= q\,(X-b) \\ Z-h &= s\,(X-b) \end{aligned}\right\} \quad (2)$$

Die Größen p, n, q, s sind Koeffizienten, deren Berechnung weiter unten folgt.

Aus der Koexistenz der vier voneinander vollständig unabhängigen Gleichungen (1) und (2) gehen die Unbekannten X, Y und Z hervor. Mit Rücksicht auf deren Dreizahl bedeutet eine vierte Gleichung eine Überbestimmung (überschüssige Beobachtung), die Anlaß zu einer Ausgleichung gibt.

Die eingangs zitierte, grundlegende Abhandlung Prof. Doležals verzichtet auf eine Ausgleichung und kommt auf dem Wege der allmählichen Elimination zu einer Vielzahl von Ausdrücken für die drei Unbekannten, die sich in Gruppen gliedern, deren eine die Unbekannten nur durch die reduzierte Basis b, eine andere nur durch den Höhenunterschied h und zwei weitere durch b und h ausdrücken. Die Koeffizienten p, n, q, s kehren in allen diesen Relationen in verschiedenen Zusammensetzungen wieder.

Es ist klar, daß allen mit Umgehung der Ausgleichung gewonnenen Ausdrücken lediglich der Charakter von Näherungswerten zukommt. Und es ist der Zweck der nachstehenden Untersuchungen, die ausgeglichenen Werte der Unbekannten X, Y, Z und deren Gewichte g_x, g_y, g_z anzugeben.

Aus (1) und (2), S. 10, ergeben sich die Fehlergleichungen:

$$\begin{aligned} r_1 &= p\,X - Y \quad . \quad . \\ r_2 &= n\,X \quad . \quad - Z \quad . \\ r_3 &= q\,X - Y \quad . \quad - q b \\ r_4 &= s\,X \quad . \quad - Z - (s b - h). \end{aligned}$$

Wenn der Kürze halber gesetzt wird:

$$p^2 + n^2 + q^2 + s^2 = \Sigma^2,$$

so lauten die zugehörigen Normalgleichungen:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma^2 X - (p+q)\,Y - (n+s)\,Z - \{q^2 b + s\,(s b - h)\} &= 0 \\ -(p+q)\,X + 2\,Y \quad . \quad + q b &= 0 \\ -(n+s)\,X \quad . \quad + 2\,Z + (s b - h) &= 0 \end{aligned}\right\} (3)$$

Hieraus folgen die ersten reduzierten Normalgleichungen:

$$\left\{2 - \frac{(p+q)^2}{\Sigma^2}\right\} Y - \frac{(p+q)(n+s)}{\Sigma^2} Z + \left\{q b - \frac{(p+q)\,[q^2 b + s\,(s b - h)]}{\Sigma^2}\right\} = 0$$

$$-\frac{(p+q)(n+s)}{\Sigma^2} Y + \left\{2 - \frac{(n+s)^2}{\Sigma^2}\right\} Z + \left\{(s b - h) - \frac{n+s}{\Sigma^2}\,[b\,(q^2 + s^2) - s h]\right\} = 0.$$

Und die zweite reduzierte Normalgleichung:

$$\frac{2\{(p-q)^2 + (n-s)^2\}}{(p-q)^2 + 2\,(s^2+n^2)}\,Z + \frac{(p-q)\{h\,(p-q) - b\,(p s + q n)\} + 2\,n\,(n-s)\,(h - h_0)}{(p-q)^2 + 2\,(n^2+s^2)} = 0.$$

Somit ist die Unbekannte:

$$Z = \frac{(p-q)\left\{h(p-q) - b(ps + qn)\right\} + 2n(n-s)(h-bs)}{2\left\{(p-q)^2 + (n-s)^2\right\}} \qquad \text{(I)}$$

und deren Gewicht:

$$g_z = \frac{2\left\{(p-q)^2 + (n-s)^2\right\}}{(p+q)^2 + 2(n^2+s^2)}. \qquad \text{(I')}$$

Der unmittelbaren Gewichtsbestimmung halber wurden in der gleichen ausführlichen Weise, die sich hier übersichtlicher gestaltet als die sonst geübte Bestimmung von Y aus Z und von X aus Y und Z, die zweiten reduzierten Normalgleichungen in Y und X entwickelt:

$$\frac{2\left\{(p-q)^2 + (n-s)^2\right\}}{2(p^2+q^2) + (n-s)^2}\, Y - \frac{(n-s)\left\{h(p+q) - b(ps+qn)\right\} - 2bpq(p-q)}{2(p^2+q^2) + (n-s)^2} = 0$$

$$\frac{1}{2}\left\{(p-q)^2 + (n-s)^2\right\} X - \frac{1}{2}\left\{(n-s)(h-bs) - bq(p-q)\right\} = 0.$$

Es lauten daher die beiden Unbekannten und deren Gewichte:

$$Y = \frac{(n-s)\left\{h(p+q) - b(ps+qn)\right\} - 2bpq(p-q)}{2\left\{(p-q)^2 + (n-s)^2\right\}} \qquad \text{(II)}$$

$$g_y = \frac{2\left\{(p-q)^2 + (n-s)^2\right\}}{2(p^2+q^2) + (n-s)^2}. \qquad \text{(II')}$$

Und:

$$X = \frac{(n-s)(h-bs) - bq(p-q)}{(p-q)^2 + (n-s)^2} \qquad \text{(III)}$$

$$g_x = \frac{(p-q)^2 + (n-s)^2}{2}. \qquad \text{(III')}$$

Zur Kontrolle wurden nunmehr die Gewichtsgleichungen aufgestellt, deren Auflösung besonders einfach ist. Unter den hier auftretenden Hilfsgrößen Q sind jene mit quadratischen Indizes die reziproken Gewichte der Unbekannten.

Die Gleichungssysteme lauten:

$$\begin{aligned}
\Sigma^2 Q_{1\cdot1} - (p+q)\,Q_{1\cdot2} - (n+s)\,Q_{1\cdot3} &= 1 \\
-(p+q)\,Q_{1\cdot1} + 2\,Q_{1\cdot2} \quad . \quad &= 0 \\
-(n+s)\,Q_{1\cdot1} \quad . \quad + 2\,Q_{1\cdot3} &= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Sigma^2 Q_{1\cdot2} - (p+q)\,Q_{2\cdot2} - (n+s)\,Q_{2\cdot3} &= 0 \\
-(p+q)\,Q_{1\cdot2} + 2\,Q_{2\cdot2} \quad . \quad &= 1 \\
-(n+s)\,Q_{1\cdot2} \quad . \quad + 2\,Q_{2\cdot3} &= 0
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\Sigma^2 Q_{1\cdot3} - (p+q)\,Q_{2\cdot3} - (n+s)\,Q_{3\cdot3} &= 0 \\
-(p+q)\,Q_{1\cdot3} + 2\,Q_{2\cdot3} \quad . \quad &= 0 \\
-(n+s)\,Q_{1\cdot3} \quad . \quad + 2\,Q_{3\cdot3} &= 1.
\end{aligned}$$

Hieraus folgen:

$$
\left.
\begin{aligned}
Q_{1\cdot 1} &= \frac{2}{(p-q)^2+(n-s)^2} = \frac{1}{g_x} \\
Q_{1\cdot 2} &= \frac{p+q}{(p-q)^2+(n-s)^2} \\
Q_{1\cdot 3} &= \frac{n-s}{(p-q)^2+(n-s)^2} \\
Q_{2\cdot 2} &= \frac{2\,(p^2+q^2)+(n-s)^2}{2\left\{(p-q)^2+(n-s)^2\right\}} = \frac{1}{g_y} \\
Q_{2\cdot 3} &= \frac{(p+q)\,(n+s)}{2\left\{(p-q)^2+(n-s)^2\right\}} \\
Q_{3\cdot 3} &= \frac{(p-q)^2+2\,(n^2+s^2)}{2\left\{(p-q)^2+(n-s)^2\right\}} = \frac{1}{g_z}
\end{aligned}
\right\} \qquad \text{(IV)}
$$

Damit sind Ausgleichung und Gewichtsbestimmung erledigt, und es erübrigt nurmehr die Spezialisierung der gefundenen Ausdrücke durch Einführung der Werte für p, q, n, s. Bei deren Berechnung möge der von Prof. Doležal eingeschlagene Weg beibehalten werden. Danach sind die Polarkoordinaten des Raumpunktes P in bezug auf die perspektivischen Zentren C_1 und C_2 aufzustellen. Es ergibt sich für C_1 (vgl. die Fig. 1, S. 9):

$$
P \left\{
\begin{aligned}
& w_1 + \alpha_1 = 360 - \varphi_1 \\
& \beta_1 \\
& r_1
\end{aligned}
\right.
$$

und für C_2:

$$
P \left\{
\begin{aligned}
& (w_2 + \alpha_2) - 360^0 = \varphi_2 \\
& \beta_2 \\
& r_2 .
\end{aligned}
\right.
$$

Hierin sind w_1 und w_2 die Richtungswinkel der Vertikalebenen durch die Bilddistanz f in C_1 und C_2 gegen die Vertikalebene durch die Basis AB, von dieser weg im Uhrzeigersinn gezählt; α_1 und α_2 sind die Richtungswinkel der Vertikalebenen durch r_1 und r_2 gegen jene durch f in C_1 und C_2 bei gleichsinniger Zählung von f aus.

Die rechtwinkeligen Koordinaten von P lauten dann in bezug auf C_1:

$$
\begin{aligned}
X &= r_1 \cos\beta_1 \cos(w_1 + \alpha_1) \\
Y &= r_1 \cos\beta_1 \sin(w_1 + \alpha_1) \\
Z &= r_1 \sin\beta_1
\end{aligned}
$$

und mit Benutzung der Polarkoordinaten für C_2:

$$
\begin{aligned}
X &= b + r_2 \cos\beta_2 \cos(w_2 + \alpha_2) \\
Y &= r_2 \cos\beta_2 \sin(w_2 + \alpha_2) \\
Z &= r_2 \sin\beta_2 + h.
\end{aligned}
$$

Für die Koeffizienten p, n, q, s erhält man mit Beachtung von (1), (2), S. 10:

$$\left.\begin{aligned}
p &= \frac{Y}{X} = -\,tg\,(w_1 - \alpha_1) \\
n &= \frac{Z}{X} = \frac{tg\,\beta_1}{cos\,(w_1 + \alpha_1)} \\
q &= \frac{Y}{X-b} = -\,tg\,(w_2 - \alpha_2) \\
s &= \frac{Z-h}{X-b} = -\,\frac{tg\,\beta_2}{cos\,(w_2 - \alpha_2)}
\end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Die Gleichungen (4) gelten ganz allgemein, und es können somit die Bildebenen in beiden Stationen beliebige Lagen im Raume einnehmen. Mit Berücksichtigung von (4) nehmen (III), (II), (I), S. 11 die folgenden Formen an:

$$X = \frac{\left\{\begin{array}{c}[tg\,\beta_1\,cos\,(w_2-\alpha_2) + tg\,\beta_2\,cos\,(w_1+\alpha_1)]\,[h\,cos\,(w_2+\alpha_2) - b\,tg\,\beta_2] - \\ + b\,sin\,(w_2-\alpha_2)\,sin\,[(w_2+\alpha_2)-(w_1-\alpha_1)]\end{array}\right\}}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1+\alpha_1)\} + \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2+\alpha_2) + tg\,\beta_2\,cos\,(w_1-\alpha_1)\}^2}\,cos\,(w_1-\alpha_1)$$

$$Y = -\,\frac{1}{2}\,\frac{\left\{\begin{array}{c}\{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2-\alpha_2) - tg\,\beta_2\,cos\,(w_1+\alpha_1)\}\,\{h\,sin\,(w_2-\alpha_2+w_1-\alpha_1) - \\ - b\,[tg\,\beta_2\,sin\,(w_1-\alpha_1) - tg\,\beta_1\,sin\,(w_2-\alpha_2)]\} - \\ - 2\,b\,sin\,(w_1+\alpha_1)\,sin\,(w_2+\alpha_2)\,sin\,\{(w_2+\alpha_2)-(w_1-\alpha_1)\}\end{array}\right\}}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1-\alpha_1)\} - \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2-\alpha_2) - tg\,\beta_2\,cos\,(w_1-\alpha_1)\}^2}$$

$$Z = \frac{1}{2}\,\frac{\left\{\begin{array}{c}sin\,\{(w_2+\alpha_2)-(w_1-\alpha_1)\}\,\{h\,sin\,[(w_2-\alpha_2)-(w_1-\alpha_1)] - \\ - b\,[tg\,\beta_2\,sin\,(w_1+\alpha_1) - tg\,\beta_1\,sin\,(w_2+\alpha_2)]\} - 2\,tg\,\beta_1\,\{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2+\alpha_2) + \\ - tg\,\beta_2\,cos\,(w_1+\alpha_1)\}\,\{h\,cos\,(w_2+\alpha_2) - b\,tg\,\beta_2\}\end{array}\right\}}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1-\alpha_1)\} + \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2+\alpha_2) + tg\,\beta_2\,cos\,(w_1-\alpha_1)\}^2}$$

Aus (IV) erhält man mit (4):

$$Q_{1\cdot 1} = \frac{2\,cos^2\,(w_1+\alpha_1)\,cos^2\,(w_2+\alpha_2)}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1+\alpha_1)\} + \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2+\alpha_2) - tg\,\beta_2\,cos\,(w_1-\alpha_1)\}^2} = \frac{1}{g_1}$$

$$Q_{1\cdot 2} = -\,\frac{sin\,\{(w_2+\alpha_2)+(w_1+\alpha_1)\}\,cos\,(w_1+\alpha_1)\,cos\,(w_2-\alpha_2)}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1-\alpha_1)\} + \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2+\alpha_2) + tg\,\beta_2\,cos\,(w_1-\alpha_1)\}^2}$$

$$Q_{1\cdot 3} = \frac{\{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2+\alpha_2) - tg\,\beta_2\,cos\,(w_1+\alpha_1)\}\,cos\,(w_1-\alpha_1)\,cos\,(w_2-\alpha_2)}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1+\alpha_1)\} + \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2+\alpha_2) + tg\,\beta_2\,cos\,(w_1-\alpha_1)\}^2}$$

$$Q_{2\cdot 2} = \frac{1}{2}\,\frac{\left\{\begin{array}{c}\{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2-\alpha_2) + tg\,\beta_2\,cos\,(w_1+\alpha_1)\}^2 - \\ - 2\,\{sin^2\,(w_1+\alpha_1)\,cos^2\,(w_2+\alpha_2) - sin^2\,(w_2-\alpha_2)\,cos^2\,(w_1-\alpha_1)\}\end{array}\right\}}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1+\alpha_1)\} + \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2-\alpha_2) - tg\,\beta_2\,cos\,(w_1+\alpha_1)\}^2} = \frac{1}{g_2}$$

$$Q_{2\cdot 3} = \frac{1}{2}\,\frac{sin\,\{(w_2+\alpha_2)+(w_1-\alpha_1)\}\,\{tg\,\beta_2\,cos\,(w_1-\alpha_1) - tg\,\beta_1\,cos\,(w_2-\alpha_2)\}}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1+\alpha_1)\} - \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2+\alpha_2) + tg\,\beta_2\,cos\,(w_1+\alpha_1)\}^2}$$

$$Q_{3\cdot 3} = \frac{1}{2}\,\frac{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1+\alpha_1)\} - 2\,\{tg^2\,\beta_1\,cos^2\,(w_2+\alpha_2) - tg^2\,\beta_2\,cos^2\,(w_1-\alpha_1)\}}{sin^2\{(w_2+\alpha_2)-(w_1+\alpha_1)\} + \{tg\,\beta_1\,cos\,(w_2-\alpha_2) + tg\,\beta_2\,cos\,(w_1-\alpha_1)\}^2} = \frac{1}{g_3}$$

Im Anschlusse an diese ganz allgemein giltigen Betrachtungen seien zwei Sonderfälle behandelt:

1. Es gelte die vereinfachende Voraussetzung, die Bildebene sei vertikal;
2. Es seien überdies: $w_1 = 270^0$
$w_2 = 90^0$.

Diesem Fall entspricht bekanntlich die Stereophotogrammetrie.

Erster Fall.

Seien p_1 und p_2 die Punkte, in denen sich der Raumpunkt P auf den beiden Photogrammen abbildet, so ergibt deren Einmessung in bezug auf die Horizontal- und Vertikallinien der Photogramme als Achsen die Bild- oder Plattenkoordinaten. Diese seien für p_1: x_1 und z_1, für p_2: x_2 und z_2. Es ist dann:

$$\left.\begin{aligned} \sin\alpha_1 &= \frac{x_1}{\sqrt{x_1^2+f^2}}, & tg\,\beta_1 &= \frac{z_1}{\sqrt{x_1^2+f^2}}, & \sin\alpha_2 &= \frac{x_2}{\sqrt{x_2^2+f^2}}, \\ \cos\alpha_1 &= \frac{f}{\sqrt{x_1^2+f^2}}, & tg\,\beta_2 &= \frac{z_2}{\sqrt{x_2^2+f^2}}, & \cos\alpha_2 &= \frac{f}{\sqrt{x_2^2+f^2}}, \\ tg\,\alpha_1 &= \frac{x_1}{f} & & & tg\,\alpha_2 &= \frac{x_2}{f} \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

Nach Einführung dieser Werte gehen die Gleichungen (4), S. 13 über in:

$$\left.\begin{aligned} p &= \frac{f\sin w_1 + x_1\cos w_1}{f\cos w_1 - x_1\sin w_1} \\ n &= \frac{z_1}{f\cos w_1 - x_1\sin w_1} \\ q &= \frac{f\sin w_2 + x_2\cos w_2}{f\cos w_2 - x_2\sin w_2} \\ s &= \frac{z_2}{f\cos w_2 - x_2\sin w_2} \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Führt man der Kürze wegen die Symbole ein:

$$\begin{aligned} f\sin w_1 + x_1\cos w_1 &= S_1 \\ f\sin w_2 + x_2\cos w_2 &= S_2 \\ f\cos w_1 - x_1\sin w_1 &= D_1 \\ f\cos w_2 - x_2\sin w_2 &= D_2, \end{aligned}$$

so ist einfach:

$$\left.\begin{aligned} p &= \frac{S_1}{D_1} & q &= \frac{S_2}{D_2} \\ n &= \frac{z_1}{D_1} & s &= \frac{z_2}{D_2} \end{aligned}\right\} \quad (7)$$

Die Ausdrücke für die Unbekannten [vgl. (III), (II), (I), S. 11], lauten jetzt:

$$X_1 = \frac{(D_2 z_1 - D_1 z_2)(D_2 h + z_2 b) + (D_1 S_2 - D_2 S_1) S_2 b}{(D_1 S_2 - D_2 S_1)^2 + (D_2 z_1 - D_1 z_2)^2} D_1$$

$$Y = -\frac{1}{2} \frac{(D_2 z_1 - D_1 z_2)\left\{(D_1 S_2 + D_2 S_1) h + (S_1 z_2 - S_2 z_1) b\right\} + 2 (S_2 - S_1) S_1 S_2 b}{(D_1 S_2 - D_2 S_1)^2 + (D_2 z_1 - D_1 z_2)^2}$$

$$Z = \frac{1}{2} \frac{(D_1 S_2 - D_2 S_1)\left\{(D_1 S_2 - D_2 S_1) h - (S_1 z_2 - S_2 z_1) b\right\} + 2 (D_2 z_1 - D_1 z_2)(D_2 h + z_2 b) z_1}{(D_1 S_2 - D_2 S_1)^2 + (D_2 z_1 - D_1 z_2)^2}$$

Wird der Einfachheit halber für den gemeinsamen Nenner das Zeichen N eingeführt, also

$$(D_1 S_2 - D_2 S_1)^2 + (D_2 z_1 - D_1 z_2)^2 = N$$

gesetzt, so findet man für (IV), S. 12 mit Benutzung von (7):

$$Q_{1\cdot 1} = 2 \frac{D_1 D_2}{N} D_1 D_2 = \frac{1}{g_1}$$

$$Q_{1\cdot 2} = -\frac{D_1 S_2 - D_2 S_1}{N} D_1 D_2$$

$$Q_{1\cdot 3} = \frac{D_2 z_1 - D_1 z_2}{N} D_1 D_2$$

$$Q_{2\cdot 2} = \frac{2\left\{(D_1 S_2)^2 + (D_2 S_1)^2\right\} + (D_2 z_1 + D_1 z_2)^2}{2N} = \frac{1}{g_2}$$

$$Q_{2\cdot 3} = \frac{(D_1 S_2 + D_2 S_1)(D_1 z_2 - D_2 z_1)}{2N}$$

$$Q_{3\cdot 3} = \frac{(D_1 S_2 - D_2 S_1)^2 + 2\left\{(D_2 z_1)^2 + (D_1 z_2)^2\right\}}{2N} = \frac{1}{g_3}.$$

Zweiter Fall (Stereophotogrammetrie).

Da hier $\begin{cases} w_1 = 270^0 \\ w_2 = 90^0 \end{cases}$ zu setzen ist, entsteht aus (4), S. 13 mit Beachtung von (5), S. 14 oder unmittelbar aus (6), S. 14:

$$p = \frac{f}{x_1} \qquad q = \frac{f}{x_2}$$

$$n = \frac{z_1}{x_1} \qquad s = \frac{z_2}{x_2}.$$

Wir erhalten nunmehr für die Unbekannten und die Hilfsgrößen Q nach (III), (II), (I), S. 11 und (IV), S. 12:

$$\left.\begin{aligned} X &= \frac{(x_2 z_1 - x_1 z_2)(x_2 h - z_2 b) - (x_2 - x_1) f^2 b}{(x_2 - x_1)^2 f^2 + (x_2 z_1 - x_1 z_2)^2} x_1 \\ Y &= \frac{(x_2 z_1 - x_1 z_2)\left\{(x_1 - x_2) h - (z_1 - z_2) b\right\} - 2 (x_2 - x_1) f^2 b}{2\left\{(x_2 - x_1)^2 f^2 + (x_2 z_1 - x_1 z_2)^2\right\}} f \\ Z &= \frac{(x_2 - x_1)\left\{(x_2 - x_1) h - (z_1 + z_2) b\right\} f^2 - 2 (x_2 z_1 - x_1 z_2)(x_2 h - z_2 b) z_1}{2\left\{(x_2 - x_1)^2 f^2 + (x_2 z_1 - x_1 z_2)^2\right\}} \end{aligned}\right\} V$$

Ferner:

$$\left.\begin{aligned}
Q_{1\cdot 1} &= \frac{2\,x_1\,x_2}{(x_2-x_1)^2 f^2+(x_2 z_1-x_1 z_2)^2}\,x_1\,x_2=\frac{1}{g_x}\\
Q_{1\cdot 2} &= \frac{(x_1+x_2)\,f}{(x_2-x_1)^2 f^2+(x_2 z_1-x_1 z_2)^2}\,x_1\,x_2\\
Q_{1\cdot 3} &= \frac{x_1 z_2+x_2 z_1}{(x_2-x_1)^2 f^2+(x_2 z_1-x_1 z_2)^2}\,x_1\,x_2\\
Q_{2\cdot 2} &= \frac{2\,(x_1^2+x_2^2)\,f^2+(x_2 z_1-x_1 z_2)^2}{2\left\{(x_2-x_1)^2 f^2+(x_2 z_1-x_1 z_2)^2\right\}}=\frac{1}{g_y}\\
Q_{2\cdot 3} &= \frac{(x_1-x_2)\,(x_1 z_2+x_2 z_1)}{2\left\{(x_2-x_1)^2 f^2+(x_2 z_1-x_1 z_2)^2\right\}}\,f\\
Q_{3\cdot 3} &= \frac{(x_2-x_1)^2 f^2+2\left\{(x_1 z_2)^2+(x_2 z_1)^2\right\}}{2\left\{(x_2-x_1)^2 f^2+(x_2 z_1-x_1 z_2)^2\right\}}=\frac{1}{g_z}
\end{aligned}\right\}\quad\text{(VI)}$$

Hierin sind die Faktoren

$$\left.\begin{aligned}
&x_2 z_1-x_1 z_2,\ \text{beziehungsweise}\ x_1 z_2+x_2 z_1\\
&(x_2 z_1-x_1 z_2)^2\\
&(x_2 z_1)^2+(x_1 z_2)^2
\end{aligned}\right\}\quad(8)$$

klein von höherer Ordnung und können daher ebenso wie die Produkte, in denen sie auftreten, vernachlässigt werden. Damit gehen (V), S. 15 und (VI) über in:

$$\left.\begin{aligned}
X &= \frac{b}{x_1-x_2}\,x_1\\
Y &= \frac{b}{x_1-x_2}\,f\\
Z &= \frac{1}{2}\left\{h+\frac{b}{x_1-x_2}\,(z_1+z_2)\right\}
\end{aligned}\right\}\quad\text{(V')}$$

$$\left.\begin{aligned}
Q_{1\cdot 1} &= 2\left\{\frac{x_1\,x_2}{f\,(x_1-x_2)}\right\}^2=\frac{1}{g_x} & Q_{2\cdot 2} &= \frac{x_1^2+x_2^2}{(x_1-x_2)^2}=\frac{1}{g_y}\\
Q_{1\cdot 2} &= \frac{x_1\,x_2\,(x_1+x_2)}{f\,(x_1-x_2)^2} & Q_{2\cdot 3} &= 0\\
Q_{1\cdot 3} &= 0 & Q_{3\cdot 3} &= \frac{1}{2}=\frac{1}{g_z}
\end{aligned}\right\}\quad\text{(VI')}$$

Wie (V') zeigt, gehen die Ausdrücke für X und Y in die bekannten Formeln über, deren Charakter als gute Näherungswerte dadurch in aller Strenge erwiesen ist. Die neue Näherungsform für Z in (V') läßt an Einfachheit nichts zu wünschen übrig.

Aus (VI') folgt die Proportion:

$$g_x : g_y : g_z = \frac{f^2}{2\,x_1^2\,x_2^2} : \frac{1}{x_1^2+x_2^2} : \frac{2}{(x_1-x_2)^2}\quad\text{(VII)}$$

welche, wie man bemerkt, nicht nur von den Bildordinaten z, sondern auch von b und h unabhängig ist. Die Untersuchung der Größenbeziehungen der drei Gewichte hat daher lediglich die Bildabszissen x_1 und x_2

korrespondierender Bildpunkte in den drei denkbaren Vorzeichenkombinationen zu berücksichtigen. Diese sind:

1. $-x_1$, $-x_2$ im Raume R_1 links von der durch die Bilddistanz f gehenden Hauptvertikalebene in C_1 (vgl. Fig. 1, S. 9);

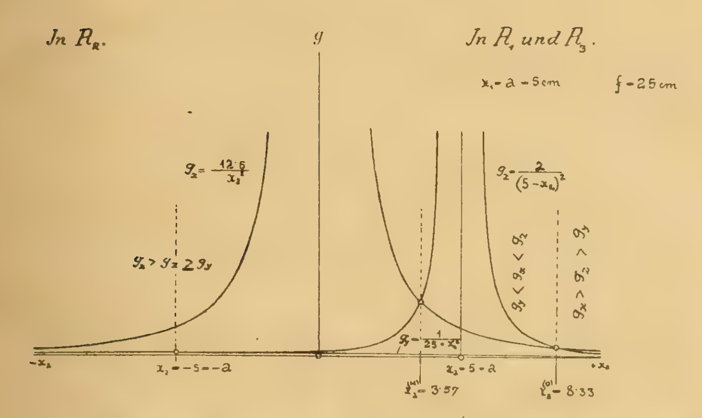
2. $+x_1$, $-x_2$ im Raume R_2 zwischen den Hauptvertikalebenen in C_1 und C_2;

3. $+x_1$, $+x_2$ im Raume R_3 rechts von der Hauptvertikalebene in C_2.[1])

g_x und g_y behalten im ganzen Aufnahmeraum $(R_1 + R_2 + R_3)$ die gleichen Werte, jener von g_z erhält in R_2 den Nenner

$$(x_1 + x_2)^2.$$

Fig. 2.



Um in die Größenbeziehungen der Gewichte Einblick zu bekommen, ist es am bequemsten, für einen beliebigen **positiven** Wert $x_1 = a$ den Lauf der Kurven

$$\left.\begin{aligned} g_x &= \frac{f^2}{2\,a^2\,x_2^2} \\ g_y &= \frac{1}{a^2 + x_2^2} \\ g_z &= \frac{2}{(a - x_2)^2} \end{aligned}\right\} \qquad \text{(VIII)}$$

zu entwickeln und deren Schnittpunkte zu suchen. Der gleichen Vorzeichen

[1]) Diese Einteilung wurde von Professor E. Doležal getroffen. Vergl. dessen Abhandlung „Ein Beitrag zur Stereophotogrammetrie" in diesem Archiv Bd. 1, S. 120.

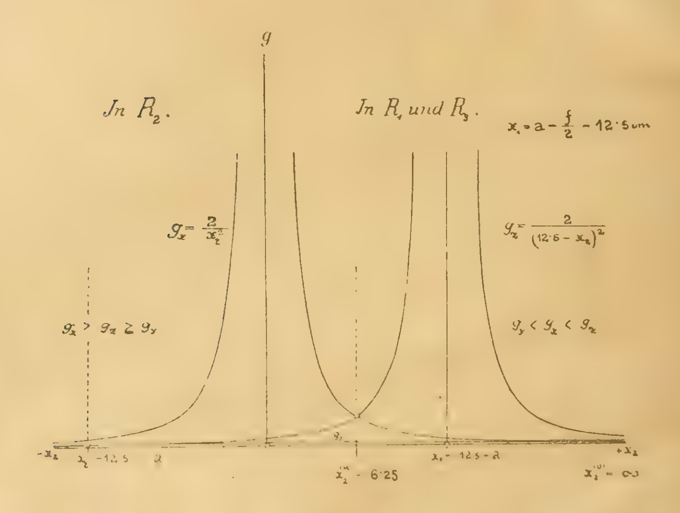
von x_1 und x_2 wegen gilt das Ergebnis auch für R_1, wiewohl hier x_1 negativ ist.

Die Diskussion ergab:

a) für die g_x-Kurve: symmetrisch zur $+g_x$-Achse, in zwei zur x_2-Achse konvexen Ästen ganz oberhalb dieser Achse verlaufend; die $+g_x$-Achse und die x_2-Achse Asymptoten der Kurve (vgl. die Fig. 2, S. 17, Fig. 3, S. 18, Fig. 4, S. 19, in denen jeweils x_2 als Abszisse und die g als Ordinaten gedeutet sind.

$$\frac{d\,g_x}{d\,x_2} = -\frac{f^2}{a^2\,x_2^3}; \qquad \frac{d^2\,g_x}{d\,x_2^2} = \frac{3\,f^2}{a^2\,x_2^4};$$

Fig. 3.

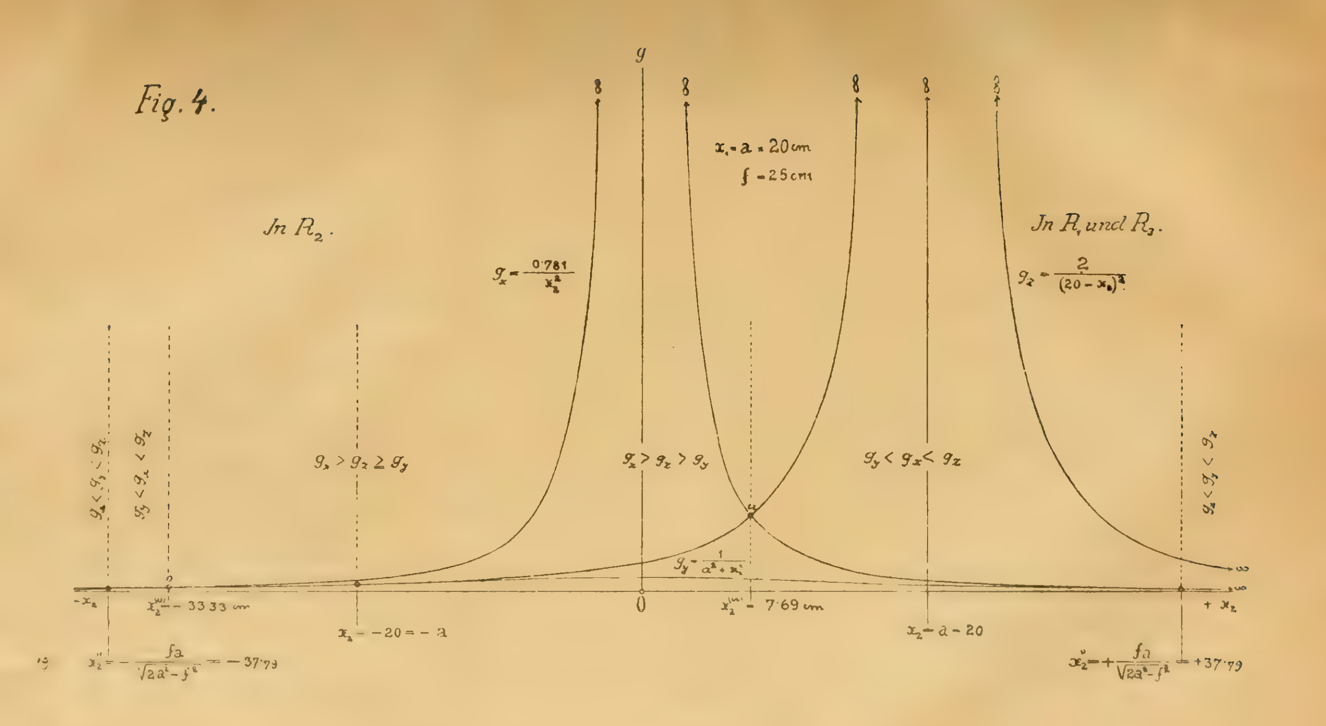


b) für die g_y-Kurve: symmetrisch zur g_y-Achse; ganz oberhalb der x_2-Achse, die Asymptote ist, verlaufend; der Zweig aus $-\infty$ konvex gegen die x_2-Achse bis $-x_2 = -\frac{a}{\sqrt{3}}$; dann konkav; Abschnitt auf der g_y-Achse $\frac{1}{a^2}$ (hierzu die Figuren wie unter *a*);

$$\frac{d\,g_y}{d\,x_2} = -\frac{2\,x_2}{(a^2 + x_2^2)^2}; \qquad \frac{d^2\,g_y}{d\,x_2^2} = \frac{6\,x_2^2 - 2\,a^2}{(a^2 + x_2^2)^3};$$

c) für die g_z-Kurve den gleichen Charakter wie für die g_x-Kurve; Asymptoten sind die x_2-Achse und eine Parallele zur g_z-Achse im Abstande $x_2 = a$; diese ist zugleich Symmetrieachse der Kurve.

Fig. 4.



Jn R_2.
Jn R_1 und R_3.
$x_1 = a = 20$ cm
$f = 25$ cm
$g_x = \frac{0.781}{x_2^2}$
$g_z = \frac{2}{(20 - x_2)^2}$
$g_y = \frac{1}{a^2 + x_2^2}$
$g_x > g_z \geq g_y$
$g_x > g_z > g_y$
$g_y < g_x < g_z$
$g_y < g_x < g_z$
$g_x < g_y < g_z$
$g_x < g_y < g_z$
g
0
$-x_2$
$+x_2$
$x_2''' = -33.33$ cm
$x_2 = -20 = -a$
$x_2''' = 7.69$ cm
$x_2 = a = 20$
$x_2'' = -\frac{fa}{\sqrt{2a^2 - f^2}} = -37.79$
$x_2'' = +\frac{fa}{\sqrt{2a^2 - f^2}} = +37.79$

$$\frac{d g_z}{d x_2} = \frac{4}{(a-x)^3}; \quad \frac{d^2 g_z}{d x_2^2} = \frac{12}{(a-x)^4}.$$

In den Fig. 2 bis 4 zeigt der erste Quadrant jeweilig den Kurvenverlauf für $-x_2$ in R_3, beziehungsweise für $-x_2$ in R_1, oder allgemein für gleichbezeichnete x_1 und x_2, der zweite jenen für $-x_2$ (R_2), also $-x_2$ und $-x_1$ ($-a$).

Anmerkung. In den theoretischen Formelwerten (VI) S. 16 wurden die Faktoren (8) S. 16 vernachlässigt, um für eine angenäherte Einschätzung der Gewichtszahlen g_x, g_y und g_z und für die unten folgende Untersuchung ihrer Größenbeziehungen untereinander möglichst einfache Ausdrücke zu erhalten. Die Unterdrückung der ersten drei Ausdrücke in (8) S. 16 begegnet bei Beachtung der Struktur der Formeln (VI) S. 16, in denen sie auftreten, keinen Bedenken. Dagegen verdient die Weglassung von

$$(x_2 z_1)^2 + (x_1 z_2)^2$$

eine nähere Begründung. Die dadurch erzielte Näherung

$$Q_{3 \cdot 3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{g_z}$$

in (VI) S. 16 könnte durch eine bessere ersetzt werden, wenn man auf die zuletzt erwähnte Vernachlässigung verzichtete:

$$g_z = \frac{2 (x_2 - x_1)^2 f^2}{(x_2 - x_2)^2 f^2 + 2 \left\{(x_2 z_1)^2 + (x_1 z_2)^2\right\}}$$

Dividiert man, um mit (VIII) S. 17 vergleichen zu können, den Bruch durch $(x_2 - x_1)^2$ und Nenner und Zähler durch f^2, so entsteht:

$$g_z = \frac{2}{(x_2 - x_1)^2 + \frac{2}{f^2} \left\{(x_2 z_1)^2 + (x_1 z_2)^2\right\}},$$

wofür man unter Einführung von $x_1 = a$ und der Annahme $z_1 = z_2 = z$ erhält:

$$g_z = \frac{2}{(a - x_2)^2 + 2 \left(\frac{z}{f}\right)^2 (a^2 + x_2^2)} \qquad \text{(VIII a)}$$

Man überzeugt sich leicht, daß die durch diese Verschärfung hervorgerufene Wertherabminderung von g_z innerhalb der praktisch belangreichen Wertegrenzen von x_1, x_2, z_1 und z_2 keine Verschiebung der relativen Größenbeziehungen zwischen g_x, g_y und g_z zur Folge hat. (Vgl. hierzu die Zahlenbeispiele am Schlusse dieser Abhandlung.) Man konnte sich daher mit der Annäherung in (VIII) begnügen, welche der theoretischen Behandlung viel leichter zugänglich ist.

A. Beziehungen zwischen g_x und g_y.

Aus $g_x = g_y$ folgt nach (VIII) S. 17:

$$\frac{f^2}{2 a^2 x_2^{\,2}} = \frac{1}{a^2 - x_2^{\,2}}$$

oder

$$f^2 (a^2 + x_2''^2) = 2\,a^2\,x_2''^2;$$

daher:

$$x_2'' = \pm \frac{af}{\sqrt{2\,a^2 - f^2}} \qquad \text{(IX)}.$$

Solange $a (= x_1) < \frac{f}{\sqrt{2}}$ ist — und das ist der weitaus am häufigsten auftretende Fall —, sind die beiden Schnittpunkte der g_x- und g_y-Kurve imaginär (vgl. die Fig. 2, S. 17 und Fig. 3, S. 18, für welche $a = 5$, beziehungsweise $12{\cdot}5\,cm$ ist und $f = 25\,cm$ gewählt ist, so daß $\frac{f}{\sqrt{2}} = 17{\cdot}68\,cm$), und folglich ist

$$g_x > g_y.$$

Die beiden Kurven schneiden sich im Unendlichen, wenn $a = \frac{f}{\sqrt{2}}$ ist, und reelle Schnittpunkte ergeben sich erst für:

$$a > \frac{f}{\sqrt{2}}.$$

Ist $f = 25\,cm$, so müßte dann $a > 17{\cdot}68\,cm$. Dieser Fall wäre nur bei dem wenig gebrauchten Bildformat $30 \times 40\,cm$ denkbar (vgl. hierzu Fig. 4, S. 19, für welche $x_1 = a = 20\,cm$ gewählt ist).

Jenseits dieser reellen Schnittpunkte wäre

$$g_y > g_x.$$

Für die durchschnittlichen Bedürfnisse der Praxis kann daher die Regel gelten, daß g_x größer, und zwar — wie die Figuren zeigen — **wesentlich** größer ist als g_y.

B. **Beziehungen zwischen g_x und g_z.**

Setzt man $g_x = g_z$, so ist nach (VIII):

$$\frac{f^2}{2\,a^2\,x_2^2} = \frac{2}{(a - x_2)^2}.$$

Für ein positives x_2 erhalten wir die für R_1 und R_3 maßgebenden Resultate. Es ist:

$$\pm f (a - x_2) = \pm 2\,a\,x_2$$

und daher einerseits:

$$+ f (a - x_2) = + 2\,a\,x_2$$

$$x_2^{(u)} = \frac{af}{f + 2\,a} \qquad (\text{X}\,a)$$

und anderseits:

$$f (a - x_2) = - 2\,a\,x_2$$

$$x_2^{(o)} = \frac{af}{f - 2\,a} \qquad (\text{X}\,b)$$

$x_2^{(u)}$ und $x_2^{(o)}$ sind die Abszissen der beiden Kurvenschnittpunkte. $x_2{}^{u}$ ist immer **positiv**. Und insolange

$$a < \frac{f}{2},$$

gilt das gleiche für $x_2^{(o)}$ (vgl. Fig. 2, S. 17). Für $a = \frac{f}{2}$ wird $x_2^{(o)} = \infty$ (Fig. 3, S. 18) und für $a > \frac{f}{2}$ ist $x_2^{(o)}$ negativ (Fig. 4, S. 19).

Ergebnis: In R_1 und R_3 ist

1. Für $a < \frac{f}{2}$ von $x_2 = 0$ bis $x_2 = x_2^{(u)}$

$$g_x > g_z;$$

von $x_2 = x_2^{(u)}$ bis $x_2 = x_2^{(o)}$

$$g_x < g_z;$$

für $x_2 > x_2^{(o)}$ ist wieder

$$g_x > g_z.$$

Das Gesetz $g_x > g_z$ erfährt also im Nahebereich von

$$x_2 = a \; (= x_1)$$

eine Umkehrung in $g_z > g_x$. Dieses Störungsgebiet ist durch $x_2^{(u)}$ und $x_2^{(o)}$ begrenzt und nimmt mit dem Zahlenwerte von $a = x_1$ an Breite zu. Hierüber gibt die folgende, für $f = 25$ *cm* berechnete Tabelle näheren Aufschluß:

$a = x_1$	$x_2^{(u)}$	$x_2^{(o)}$	$a = x_1$	$x_2^{(u)}$	$x_2^{(o)}$
in Zentimeter					
1	0·93	+ 1·09	9	5·23	+ 32·15
2	1·72	2·38	10	5·56	50·00
3	2·42	3·95	11	5·85	91·67
4	3·03	5·88	12	6·13	300·00
5	3·57	8·33	12·5	6·25	∞
6	4·06	11·53	13	6·37	— 325·00
7	4·49	15·91	20	7·69	— 33·33
8	4·88	22·22	30	8·82	— 21·42

2. Für $a \geqq \frac{f}{2}$ ist in R_1 und R_3 von $x_2 = 0$ bis $x_2 = x_2^{(u)}$

$$g_x > g_z.$$

Von $x_2 = x_2^{(u)}$ an ist

$$g_z > g_x.$$

In R_2 ist, solange $x_1 = a \leqq \frac{f}{2}$ ist, unbeschränkt

$$g_x > g_z.$$

Für $a > \frac{f}{2}$ reicht die Giltigkeit dieses Gesetzes nur bis $x_2 = x_2^{(o)}$ (negativ; vgl. Fig. 4, S. 19); von da an ist:

$$g_z > g_x.$$

C. Beziehungen zwischen g_y und g_z.

Zur Bestimmung der Abszissen der Schnittpunkte setzen wir wieder $g_y = g_z$ und erhalten nach (VIII), S. 17:

$$\frac{1}{a^2 + x_2^2} = \frac{2}{(a - x_2)^2}$$

$$-2\,a\,x_2 = a^2 + x_2^2$$

Die quadratische Gleichung

$$x_2^2 + 2\,a\,x_2 + a^2 = 0$$

hat die Doppelwurzel

$$x_2 = -a.$$

An dieser Stelle haben die Kurven zwei Punkte, d. h. die Tangente gemeinsam. Sie berühren sich, was durch die Gleichheit der ersten Differentialquotienten für $x_2 = -a$ bestätigt wird:

$$\left.\frac{d\,g_y}{d\,x_2}\right|_{x_2 = -a} = \frac{1}{2\,a^3} = \left.\frac{d\,g_z}{d\,x_2}\right|_{x_2 = -a}.$$

Da x_2 in R_3 und R_1 durchaus positiv ist, beziehungsweise als positiv gelten kann, so ist hier überall g_z größer, und zwar wesentlich größer als g_y.

In R_2 ist infolge der Berührung der Kurven in $x_2 = -a$

$$g_z \doteq g_y.$$

In aller Strenge gilt die Gleichheit im Punkte $x_2 = -a$, was auch unmittelbar aus den Gleichungen (VIII), S. 17, hervorgeht.

Zusammenfassung.

In den Räumen R_1 und R_3 bestehen zwischen den Gewichten g_x, g_y, g_z der Raumkoordinaten *X*, *Y*, *Z* nachstehende Beziehungen:

1. Ist $a\ (= x_1) < \frac{f}{2}$, so ist von $x_2 = 0$ bis $x_2 = x_2^{(u)}$

$$g_x > g_z > g_y;$$

von $x_2 \doteq x_2^{(u)}$ bis $x_2 = x_2^{(o)}$ ist

$$g_y < g_x < g_z;$$

von $x_2^{(o)}$ aufwärts ad infinitum ist wieder

$$g_x > g_z > g_y$$

oder unter Einführung der mittleren Fehler der Unbekannten:

$$m_x < m_z < m_y.$$

2. Ist $a \begin{matrix} \geq \frac{f}{2} \\ \leq \frac{f}{\sqrt{2}} \end{matrix}$, so ist von $x_2 = 0$ bis $x_2 = x_2^{(u)}$

$$g_x > g_z > g_y.$$

Von $x_2 = x_2'$ bis $x_2 = \infty$ ist

$$g_y < g_x < g_z$$

oder

$$m_y > m_x > m_z.$$

3. Für $a\,(= x_1) > \frac{f}{\sqrt{2}}$ ist von $x_2 = 0$ bis $x_2 = x_2'''$

$$g_x > g_z > g_y$$

Von $x_2 = x_2'''$ bis $x_2'' = + \frac{af}{\sqrt{2\,a^2 - f^2}}$ ist

$$g_y < g_x < g_z$$

Von x_2'' aufwärts ist

$$g_x < g_y < g_z$$

oder

$$m_x > m_y > m_z$$

Im Raume R_2 ist

1. Für $a\,(= x_1) < \frac{f}{2}$ durchaus:

$$g_x > g_z\ (> g_y).$$

2. Für $a \begin{matrix} > \frac{f}{2} \\ < \frac{f}{\sqrt{2}} \end{matrix}$ ist von $x_2 = 0$ bis x_2'''

$$g_x > g_z\ (> g_y)$$

und von x_2''' aufwärts bis $-\infty$

$$g_y < g_x < g_z$$

3. Für $a > \frac{f}{\sqrt{2}}$ ergibt sich von $x_2 = 0$ bis x_2'''

$$g_x > g_z > g_y$$

Von $x_2 = x_2'''$ bis $x''_2 = - \frac{af}{\sqrt{2\,a^2 - f^2}}$ ist

$$g_y < g_x < g_z$$

Von $x_2 = x_2''$ bis $-\infty$ folgt endlich:

$$g_x < g_y < g_z$$

oder

$$m_x > m_y > m_z$$

Diese Regeln, von denen hauptsächlich die Punkte 1 und 2 in Betracht kommen, gestatten, durch einfache Überlegungen das Größenverhältnis der Gewichte in jenen allgemeinen Umrissen, die für gewöhnlich genügen werden, für jeden beliebigen Raumpunkt unmittelbar anzugeben. Die Formel (VII) S. 16 wird nur dann anzuwenden sein, wenn die nach den obigen Regeln gewonnene, allgemeine Vorstellung nicht ausreicht und die ziffernmäßige Kenntnis der Gewichtsverhältnisse erforderlich ist.

Zahlenbeispiele.

Bei einer von Oberleutnant von Orel durchgeführten Aufnahme war

$$b = 580{\cdot}5\ m$$
$$h = -33{\cdot}47\ m$$
$$f = 0{\cdot}2433\ m.$$

Die Ablesungen am Stereo-Koordinatometer ergaben für einen Punkt P_1:

$$x_1 = +\,0{\cdot}04750\ m \qquad x_2 = +\,0{\cdot}02672\ m$$
$$z_1 = +\,0{\cdot}02770\ m \qquad z_2 = +\,0{\cdot}02890\ m$$

und für einen zweiten Punkt P_2:

$$x_1 = -\,0{\cdot}02425\ m \qquad x_2 = -\,0{\cdot}04330\ m$$
$$z_1 = +\,0{\cdot}03365\ m \qquad z_2 = +\,0{\cdot}03475\ m.$$

Zunächst ist:

$$\frac{f}{2} = 0{\cdot}1216\ m = 12{\cdot}16\ cm$$
$$\frac{f}{\sqrt{2}} = \qquad 17{\cdot}23\ cm$$

Rechnung für P_1.

Es ergeben die Formeln (V′) S. 16:

$$X = 1326{\cdot}907\ m$$
$$Y = 6796{\cdot}494\ m$$
$$Z = \ 773{\cdot}674\ m.$$

(Mit der Rechenmaschine.)

Da $x_1 = +\,4{\cdot}75\ cm$ und $x_2 = +\,2{\cdot}67\ cm$ sind, liegt P_1 in R_3. Ferner ist $x_1 < \frac{f}{2}$ und $x_2 < x_2^{(a)} = 3{\cdot}42\ cm$ nach (Xa) S. 21 oder in genügender Annäherung nach Tabelle S. 22. Daher muß $g_x > g_z > g_y$ sein. Nach (VII) S. 16 finden wir:

$$g_x : g_y : g_z = 55 : 1 : 13{\cdot}5$$

(Mit dem logarithmischen Rechenschieber)

also tatsächlich $g_x > g_z > g_y$.

$$m_x : m_z : m_y = 1 : 2 : 7{\cdot}4$$

Rechnung für P_2.

Nach (V′) S. 16 erhalten wir:

$$X = -\,737{\cdot}794\ m$$
$$Y = \ 7402{\cdot}286\ m$$
$$Z = \ 1023{\cdot}782\ m.$$

Mit Rücksicht auf $x_1 = -\,2{\cdot}425\ cm$ und $x_2 = -\,4{\cdot}333\ cm$ liegt P_2 in R_1. Da $x_1 < \frac{f}{2}$ und $x_2 > x_2^{(a)} = 3{\cdot}03\ cm$ (nach Xb oder nach Tabelle S. 22) ist, muß

$$g_x > g_z > g_y$$

Wir erhalten nach (VII):

$$g_x : g_y : g_z = 66{\cdot}2 : 1 : 13{\cdot}5$$

oder

$$m_x : m_y : m_z = 1 : 8 : 2,$$

mithin in der Tat:

$$g_x > g_z > g_y, \text{ beziehungsweise } m_x < m_z < m_y.$$

Hätte man etwa für einen **dritten** Punkt P_3 gefunden: $x_1 = a = +13{\cdot}55\ cm$ und $x_2 = +11{\cdot}17\ cm$, so wäre dieser Punkt offenbar in R_3 gelegen.

Da $x_1 > \frac{f}{2} = 12{\cdot}16\ cm$ und ferner $x_2 > x_2^{(u)} = 6{\cdot}41\ cm$

$$< \frac{f}{\sqrt{2}} = 17{\cdot}23\ cm$$

$(x_2^{(w)} = -119{\cdot}01\ cm)$, so muß sein: $g_z > g_x > g_y$.

Man findet:

$$g_z : g_x : g_y = 109 : 4 : 1$$
$$m_z : m_x : m_y = 1 : 5{\cdot}3 : 10{\cdot}5.$$

Mit Benutzung von (VIII a) S. 20 hätte man erhalten:

1. Für $P_1 : g_x : g_y : g_z = 55 : 1 : 12{\cdot}8$
2. Für $P_2 : g_x : g_y : g_z = 66{\cdot}2 : 1 : 10{\cdot}7$
3. Für P_3, dessen extreme Lage noch durch die Annahme $z = 10\ cm$ verschärft werden möge:

$$g_z : g_x : g_y = 5.6 : 4 : 1$$

Es gilt also auch hier das Gesetz: $g_y < g_x < g_z$.

Hauptmann Uljanins Verfahren zur schnellen Distanzbestimmung aus aerophotographischen Aufnahmen.

Von R. Thiele in Moskau.

Ende Frühjahr 1908 hielt Hauptmann Uljanin in der St. Petersburger Kriegsingenieurakademie einen Vortrag über Verwendung der Aerophotographie vermittels Ballon oder Drachen zu Distanzbestimmungen nach seinem Verfahren mit Hilfe eigens zu diesem Zwecke von ihm angefertigten Meßtafeln, welche das Ausmessen photographischer Aufnahmen außerordentlich vereinfachen und beschleunigen.

In nachstehendem möge das Hauptsächlichste des Uljaninschen Verfahrens mitgeteilt sein.

Zu Distanzbestimmungen nach Bildern aus der Vogelperspektive dienen im allgemeinen drei Ausgangspunkte:

1. Die gegebene Lage des Horizontes auf dem Bilde,
2. Aufstiegshöhe des Apparates und
3. Kenntnis der Lage von zwei oder drei Terrainpunkten.

Aus zweien dieser drei Ausgangspunkte kann vermittels der Uljaninschen Meßtafeln stets der dritte abgeleitet werden, ebensowohl die horizon-

talen Entfernungen zwischen verschiedenen Punkten als auch deren Horizontalwinkel, welche direkt ablesbar sind und wodurch die Funktionen des Zielkorns und des Winkelmessers ersetzt werden können.

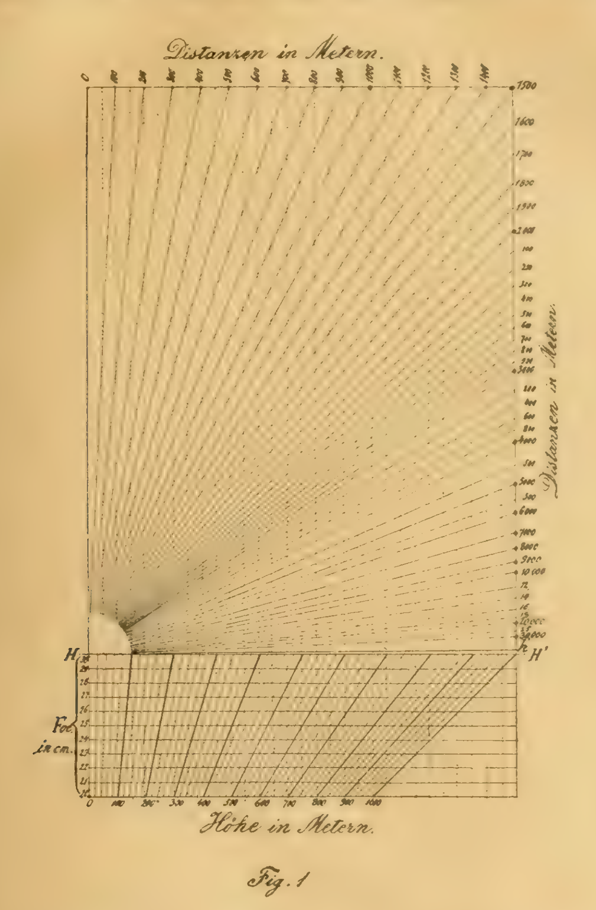


Fig. 1

Zum Ausmessen der Photographien dienen fünf Meßtafeln:

Nr. I. Distanzmesser.
Nr. II. Distanztafel.
Nr. III. Winkelmesser.
Nr. IV. Winkeltafel.
Nr. V. Perspektivtafel.

Fig. 1 zeigt in vierfach verkleinertem Maßstabe schematisch den Distanzmesser, welcher auf einen Bogen karriertes Millimeterpapier von 40 *cm* Höhe und 30 *cm* Breite gezeichnet ist.

Aus der unteren linken Ecke H als Zentrum sind nach oben und rechts Strahlen gezogen, deren Abstand voneinander am oberen Rahmen 2 *cm* beträgt und einer Entfernung von je 100 *m* gleichkommt, so daß jeder Millimeter des Papiers die Länge von 5 *m* darstellt. Auf diese Art ist der obere Rand der Tafel in 1500 *m* geteilt, die Teilungen des Seitenrandes aber bis auf 30 *km* geführt. Den unteren Rand der Tafel bildet der Haupthorizont HH', der wirkliche Horizont ist durch die Linie Hh gebildet und fällt mit der Haupthorizontalen nur in deren Anfangspunkte H zusammen, sich allmählich von derselben entfernend, progressiv der Erhöhung des photographischen Apparates. Bei einer Höhe des Apparates von 1000 *m* beträgt die Entfernung des wirklichen Horizontes Hh von der Horizontalebene HH' 4 *mm*, was bei vierfacher Verkleinerung der Fig. 1 einer Erhöhung desselben von 1 *mm* gleichkommt.

Dieser Unterschied des wirklichen Horizontes gegen die Horizontalebene HH' beruht darauf, daß der vom Horizont ins Objektiv fallende Strahl nur dann horizontal sein kann, wenn beide in einer Ebene liegen; damit aber der vom Horizont in das in gewisse Höhe gebrachte Objektiv fallende Strahl horizontal sei, müssen beide gleiche Höhe besitzen, was durch das allmäliche Ansteigen der Horizontlinie Hh auf der Tafel bewerkstelligt ist. Infolgedessen müssen auch alle Distanzmessungen von der Linie des wirklichen Horizontes Hh gleich der Höhe des Apparates ausgeführt werden.

An die Horizontale HH' stoßen Teilungen, welche — bei verschiedenen Focuslängen von 20 bis 30 *cm* — diverse Höhen des Apparates bis zu 1000 *m* darstellen. Um eine der gegebenen Fokuslänge entsprechende Stelle auf der Horizontallinie zu finden, geht man vom Schnittpunkt der ersteren mit jener schiefen Linie, welche der Höhe des Apparates entspricht, längs den Millimeterteilungen senkrecht nach oben bis zur Horizontlinie, von welchem Punkte aus die Vermessung der photographischen Aufnahme zu erfolgen hat.

Die Ermittlung eines der obenangeführten drei Ausgangspunkte aus den bekannten zwei anderen mit Hilfe des Distanzmessers (Fig. 1) geschieht folgendermaßen:

1. Gegeben sind Horizont und Höhe des Apparates, zu finden ist die Distanz eines Punktes vom Apparate.

Um dies zu erreichen, mißt man mittels Zirkel die vertikale Entfernung des Punktes vom Horizonte der Photographie und indem man die eine Zirkelspitze auf den der Höhe des Apparates und der Fokuslänge des Objektives entsprechenden Punkt der Horizontallinie Hh setzt, wird die andere Zirkelspitze auf die in vertikaler Richtung über den Horizontpunkt sich antreffende Linie gestellt und deren Entfernung an der oberen oder seitlichen Skala abgelesen.

2. Gegeben sind die Höhe des Apparates und die Entfernung zweier Punkte, zu finden die Lage des Horizontes auf dem Bilde.

Die eine Zirkelspitze wird auf den der Höhe des Apparates entsprechenden Punkt der Horizontallinie gestellt, die andere senkrecht nach oben auf diejenige geneigte Linie, welche der Entfernung des ersten be-

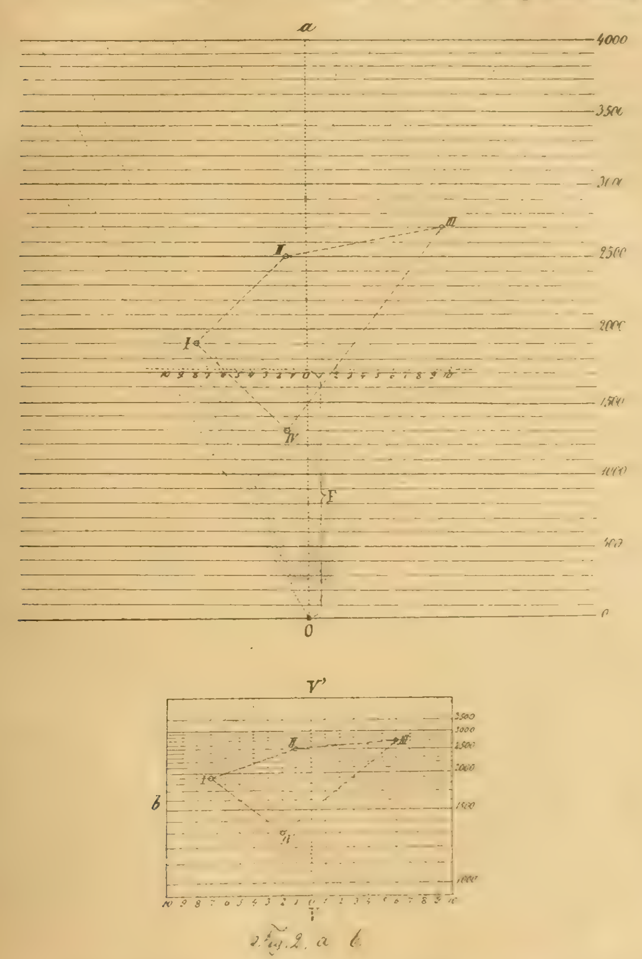


Fig. 2. a b.

kannten Punktes entspricht. Die gefundene Zirkelöffnung bewahrend, wird die eine Zirkelspitze auf den ersten abgemessenen Punkt gestellt und mit der anderen senkrecht darüber in Richtung des Horizontes ein kurzer Bogen geschlagen. Nachdem dasselbe für den zweiten Punkt wiederholt ist,

werden beide Bogen durch eine Tangente vereinigt, deren Lage der Linie des gesuchten Horizontes entspricht.

3. Gegeben sind die Entfernung eines Punktes und der Horizont, zu finden ist die Höhe des Apparates.

Die senkrechte Entfernung des Punktes von der Linie des Horizontes auf der Photographie wird mittels Zirkel abgenommen, dessen eine Spitze längs der Horizontlinie des Distanzmessers geführt, bis die andere die in senkrechter Richtung darüber sich vorfindende geneigte Linie berührt, welche der Zirkelöffnung entspricht. Der gefundene Punkt auf der Horizontlinie Hh gibt die Höhe des Apparates, welche auf der unterhalb befindlichen Höhen- und Fokustabelle abzulesen ist.

Die übrigen vier Meßtafeln dienen zur Bestimmung der Lage eines Zieles, welches auf der erhaltenen Aufnahme entdeckt ist.

Die Distanztafel (Fig. 2 *a*) ist ein transparentes Gelatineblatt, auf welches in horizontalen Linien die Entfernungen von 0 bis 4000 *m* etc. etc. in der Orthogonalprojektion eingeritzt sind.

Der Winkelmesser (Fig. 3 *a* und *b*) dient zur Bestimmung des Winkels zwischen zwei Punkten und besteht ebenfalls aus einem transparenten Gelatineblatt, auf welchem im Abstande von 1^0 senkrechte Linien eingeritzt sind, entsprechend den Teilungen des Winkelmessers bei Feldgeschützen, d. h. = $^1/_{600}$ des Kreises oder $^1/_{100}$ Distanz. Am Oberteile des Winkelmessers ist eine horinzontale Linie eingeritzt, welche beim Auflegen auf die Photographie mit dem Bildhorizonte zusammenfallen muß, während die Hauptvertikale VV' des Winkelmessers durch das optische Zentrum der Aufnahme geht.

Die Winkeltafel (Fig. 2 *a* und 3 *c*) ist ein auf Zeichen- oder Pauspapier aufgetragenes fächerartiges Liniennetz, die im Winkelmesser gegebenen Gradteilungen in Orthogonalprojektion darstellend, mit Hilfe dessen es leicht ist, jeden beliebigen Punkt der Aufnahme auf den Plan aufzutragen.

Die Perspektivtafel (Fig 2 *b*) ist gleichfalls ein transparentes Gelatineblatt, auf welches — angemessen der Fokuslänge des Objektives und der Höhe des Apparates — perspektivische Distanzen von 100 zu 100 *m* eingeritzt sind. Diese Tafel kann in einigen Minuten hergestellt werden, indem die perspektivischen Entfernungen aus dem der Höhe des Apparates und der gegebenen Fokuslänge entsprechenden Punkte der Horizontlinie Hh des Distanzmessers (Fig. 1) direkt abgegriffen und auf das Gelatineblatt parallel der Horizontlinie eingeritzt werden. Die Perspektivtafel kann auch vorrätig für eine bestimmte Höhe (500 oder 1000 *m*) angefertigt und gebraucht werden bei Anwendung einer Korrektion nach den Proportionen

$$\frac{h}{h'} = \frac{n}{n'} \qquad n = n' \frac{h}{h'},$$

wo h die Höhe der Aufnahme, h' die vorbestimmte Höhe der Tafel und n die gesuchte Teilung, n' die entsprechende Teilung der Perspektivtafel ist.

Das Auftragen von Zielen in den Plan sowie das Umzeichnen aerophotographischer Aufnahmen vermittels der Uljaninschen Meßtafeln in die Orthogonalprojektion kann auf dreierlei Art geschehen:

1. Bei Verwendung nur einer Aufnahme.
2. Bei Verwendung zweier Aufnahmen.
3. Bei Verwendung einer Neuaufnahme mit Zugrundelegung einer früheren, schon orientierten Aufnahme.

Im ersten Falle, bei Verwendung nur einer Photographie, wird auf letztere die Perspektivtafel (Fig. 2 *b*) zusammen mit dem Winkelmesser aufgelegt. Unter das Pauspapier oder den Plan, wenn letzterer auf Pauspapier aufgetragen ist, wird die Winkeltafel nebst der transparenten Distanztafel gelegt, wobei die Nullteilung derselben mit dem O-Punkt der Winkeltafel zusammenfallen muß und die Distanzteilungen perpentikular zur Hauptvertikalen $O\dot{a}$ stehen müssen.

Nehmen wir jetzt z. B. die der Photographie entnommene Figur I, II, III und IV (Fig. 2 *b*). Punkt I derselben steht nach dem Winkelmesser auf der siebenten Vertikale links, nach der Perspektivtafel in der Entfernung von 1900 *m*. Bezeichnen wir den Schnittpunkt der gegebenen Linien auf dem Plane (Fig. 2 *a*) mit I und analog die Punkte II, III und IV, so erhalten wir die orthogonale Projektion dieser Punkte im Plane.

Im zweiten Falle, wenn die Gegend mit ein- und demselben Apparate von zwei Standpunkten aus aufgenommen wurde, so gebraucht man nur — wie aus Fig. 3 *c* ersichtlich — den Winkelmesser nebst Winkeltafel, die Basislänge und Kenntnis der Lage eines Terrainpunktes *A*.

Man legt nun unter die Pause oder den transparenten Plan zwei Winkeltafeln, von denen die eine transparent sein muß, derart, daß deren O-Punkte auf die Endpunkte der Basis zu liegen kommen bei genauer Beachtung der Richtung der Hauptstrahlen beider Aufnahmen.

Im gegebenen Falle (Fig. 3 *a* und *b*) befindet sich der bekannte Terrainpunkt *A* im linken Bilde auf der vierten Vertikale rechter Hand und auf dem rechten Bilde linker Hand auf der sechsten Vertikale. Der Schnittpunkt dieser beiden Vertikalen ergibt auf dem Plane (Fig. 3 *c*) die Orthogonalprojektion des Punktes *A*. Die Punkte I, II, III und IV des Trapezes ergeben sich auf gleiche Weise: Punkt I auf dem linken Bilde liegt auf der ersten Vertikale links, auf dem rechten Bilde auf der Hauptvertikale, der Schnittpunkt beider Vertikalen ergibt im Plane die Lage des Punktes I, ebenso erhält man die Lage der anderen Punkte II, III und IV im Plane.

Wird der Plan nicht auf Pauspapier, sondern auf Zeichenpapier übertragen, so werden zwei transparente Winkeltafeln obenauf gelegt und die Punkte mit der Pikiernadel angestochen.

Im dritten Falle, wo außer einer Neuaufnahme noch eine frühere, hinsichtlich ihrer Höhe und Lage schon orientierte Aufnahme der nämlichen Gegend — wenngleich von einem anderen Standpunkte aufgenommen — vorhanden ist, gestaltet sich die Bestimmung der auf der Neuaufnahme abgemerkten Ziele noch einfacher, indem man dieselben auf die schon

früher orientierte Aufnahme überträgt; für die Neuaufnahme ist dann die Orientierung überflüssig.

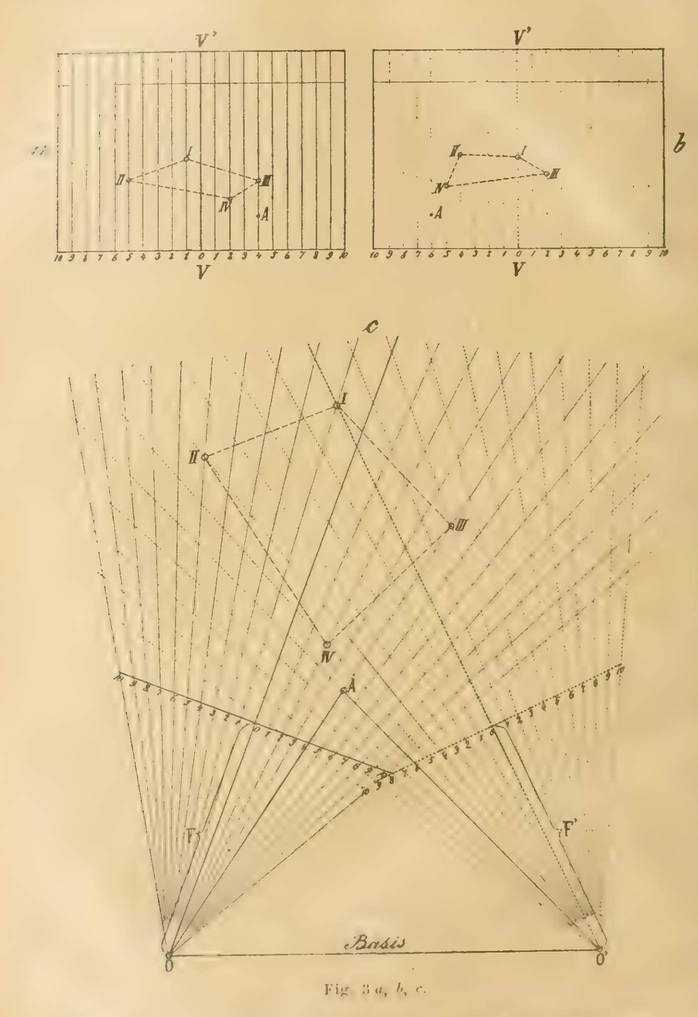


Fig. 3 *a*, *b*, *c*.

Die Übertragung kann leicht mit der Genauigkeit von 0·2 *mm* gemacht und die entsprechende Winkelrichtung und Entfernung von dem Orientier des Geschützes abgelesen werden.

Selbstverständlich müssen die angeführten Meßtabellen behufs Ausmessung der aerophotographischen Aufnahmen genau nach der Fokuslänge des verwendeten Objektives angefertigt werden und sind selbige nur für vertikale Aufnahmen verwendbar. Beim Gebrauche der Tabellen für Festungsgeschütze muß der Winkelmesser in Grade und Minuten geteilt sein.

Für Aufnahmen, welche mit dem im Hefte 3 des I. Jahrganges des Archives (Seite 194/195, Abbildungen 10, 11, 12) angeführten Uljaninschen Teleapparate ausgeführt, also mit den Spiegelbildern einer Wasserwage und Höhenkote des Aneroiden versehen sind, läßt sich leicht eine Korrektion des Neigungswinkels angeben, sofern eine solche vorhanden ist.

Zu diesem Zwecke wird der Stand des Luftbläschens auf der Gradteilung des Deckglases der Wasserwage abgelesen und auf die Photographie übertragen. Liegt z. B. (Fig. 4 *a*) das Bläschen drei Gradteilungen unter der Mittellinie der Wasserwage und fünf Grade links von der Mittelvertikalen, so wird durch den optischen Mittelpunkt *O* der Aufnahme eine Normale *AB* gelegt unter einem Winkel von 5° zur Hauptvertikalen, auf welcher oberhalb des Horizontes eine Strecke abgemessen wird, gleich der Größe von drei Bogengraden, als deren Radius die Fokuslänge des Objektives dient; die durch diesen Punkt zur Normalen *A B* gezogene Perpendikulare *C D* gibt die wirkliche Lage des Horizontes an.

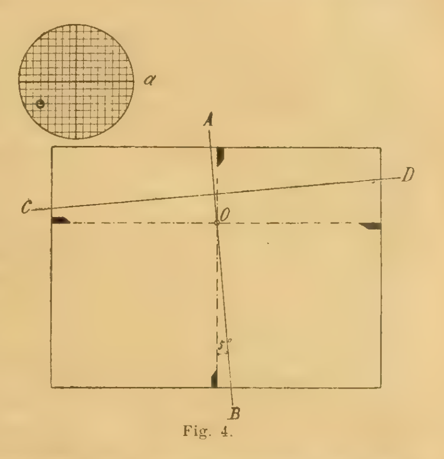


Fig. 4.

Die Uljaninschen Meßtafeln sind hauptsächlich für den Gebrauch bei Artilleriegeschützen berechnet und besitzen einen für diesen Zweck vollkommen genügenden Genauigkeitsgrad, doch können damit leicht die Pläne aufgenommener Ortschaften hergestellt, gleichwie in großen Entfernungen entdeckte Parke, Biwaks, Eisenbahnbauten, versteckte Flußübergänge etc. in die zur Verfügung stehenden Karten eingetragen werden.

Die Vervollständigung und Renouvelierung veralteter Karten und Pläne durch die auf oben angegebene Weise rekonstituierten aerophotographischen Aufnahmen ist von ungemeiner Wichtigkeit. Die Umgebungen der Festungen erleiden nach einer Mobilisationserklärung völlige Veränderung, einzelne Gebäude und ganze Ansiedelungen werden abgetragen, Bäume und Wälder gefällt oder mit Durchhauen versehen, hier und dort erscheinen neue Befestigungen, welche der ganzen Gegend ein vollkommen fremdes Aussehen geben. Zum Eintragen dieser Veränderungen bietet eben die Aerophotographie das einfachste und sicherste Mittel. Das Ergebnis einer vermittels

meines Autopanoramagraphen von Hauptmann Uljanin ausgeführten Aufnahme der Station Pruschkow war vorzüglich: hiebei wurden von letzterem seine Meßtabellen zur Bearbeitung des Planes mit Erfolg verwendet.

Über Orientierung von Ballonaufnahmen.

Von Hauptmann Theodor Scheimpflug in Wien.

Vortrag, gehalten in der Monatsversammlung der Photogrammetrischen Gesellschaft zu Wien am 15. April 1909.

Kaum war die Aeronautik irgend leistungsfähig, so begann auch schon im Jahre 1858 mit Nadars Versuchen die Ballonphotographie und Nadar selbst war auch der Erste, der über Anregung Laussedats und im Verein mit ihm daran gedacht hat, seine Photographien zu militärischen Rekognoszierungs- und zu Vermessungszwecken zu verwenden. Das geschah sowohl vor Solferino den Österreichern gegenüber, als im Jahre 1870 den Preußen gegenüber.

Über die Art und Weise, wie man damals die Ballonbilder zu orientieren trachtete, ist mir eigentlich Näheres nicht bekannt, doch glaube ich nicht weit fehl zu gehen mit der Annahme, daß man sich damals noch bemühte, die photographische Kamera im Moment der Aufnahme vom festen Boden aus einzumessen und die Gleichzeitigkeit der photographischen Aufnahme und der Einmessung von unten durch entsprechende Signale zu sichern. Das System war aber kompliziert und dürfte in den seltensten Fällen gelungen sein.

Die Schwierigkeiten der Orientierung der Ballonbilder, denen damals Laussedat begegnete und die ihn verhinderten, auf diesem Spezialgebiete nennenswerte Erfolge zu erzielen, bestehen im Wesen noch heute und das ist auch der Grund, warum wir auf diesem Gebiete nicht schon viel weiter sind. Denn die geodätische Orientierung der Ballonaufnahmen gilt als das Grundproblem der Ballonphotogrammetrie, ohne dessen befriedigende Lösung ein gedeihliches Arbeiten überhaupt nicht denkbar erscheint.

Ich will versuchen, heute klarzulegen, was auf diesem Gebiete bereits geschehen ist und was noch zu tun ist, kurz, wie diese Frage heute steht. Jedoch habe ich weder den Ehrgeiz, noch angesichts der beschränkten Zeit, die mir zur Verfügung steht, die Möglichkeit, allzuviel ins Detail zu gehen und alles, was in dieser Frage versucht wurde, hier vorzuführen, sondern möchte mich darauf beschränken, die leitenden Gesichtspunkte der Gesamtentwicklung klarzulegen und werde nur jene Lösungen tatsächlich erläutern, die mir für den ganzen Entwicklungsgang typisch zu sein scheinen oder besondere praktische Wichtigkeit besitzen.

Soviel mir bekannt geworden ist, war der jetzige Direktor Schiffner der Erste, der in seinem Lehrbuche „Die photographische Meßkunst etc.", erschienen im Jahre 1892 bei Wilhelm Knapp in Halle a. Saale, die Ballonphotographie und deren Verwertung theoretisch behandelte. Dort findet sich

auch ein Gedanke ausgesprochen, der sich späterhin als fruchtbar erwies. nämlich die Verwertung von Lotleinen, die vom Ballon herabhängen, zur Ermittlung des Nadirpunktes.

Der betreffende Passus lautet: „VIII. Ballonphotographie .... Der Hauptpunkt wird in vielen Fällen von selbst sich ergeben. Die Bilder aller vertikalen Objekte müssen zu diesem Punkte gerichtet sein. In Ermanglung solcher Objekte wird es keine Schwierigkeiten machen, vertikale Linien zu markieren, z. B. in der Weise, daß zwei bis drei Lote vom Ballon nach abwärts hängen."

Auch E. Deville widmet in seinem bekannten Werke „Photographic surveying", Ottawa 1895, ein kurzes Kapitel der Ballonphotogrammetrie und setzt hier bereits voraus, daß man mit horizontalen Platten arbeitet.

Eine sehr bemerkenswerte Lösung der Frage, welche hierzulande wahrscheinlich weniger bekannt geworden ist, stammt von einem Amerikaner, Mr. Cornel Berrien Adams, und findet sich in einer amerikanischen Patentschrift aus dem Jahre 1893. Die Lösung ist für die damalige Zeit merkwürdig gut und zeugt für den großen praktischen Sinn der Amerikaner. (Fig. 1, 2, 3, 4.)

Er steckt an einer ebenen Stelle des zu photographierenden Terrains zwei rechtwinkelig sich schneidende Basislinien aus, die gegen NS orientiert sind (Fig. 4), photographiert mit möglichst horizontaler Platte vom Fesselballon aus, und zwar zweimal in zwei verschiedenen Aufstellungen (Fig. 1) und trachtet jedesmal, sein Basiskreuz ins Bild zu bringen (Fig. 2 und 3). Schiefe Bilder erkennt er sofort daran, daß das in der Natur rechtwinkelige Basiskreuz schiefwinkelig geworden ist. Da Mr. Adams mit schiefen Bildern noch nichts anzufangen weiß, so scheidet er solche Bilder einfach aus und verwendet zur weiteren Verarbeitung nur solche Aufnahmen, bei welchen sein Basiskreuz sich leidlich regelmäßig und rechtwinkelig abgebildet hat.

Die Größe, in der das Basiskreuz von bekannter Naturgröße auf dem Bilde erscheint, gibt ihm das Reduktionsverhältnis und, da ihm auch seine Apparatbrennweite bekannt ist, die Höhe, in der er sich befunden hat. Die Orientierung und Lage des Basiskreuzes am Bilde gibt ihm die Orientierung des Bildes gegen den Meridian sowie die Lage der Horizontalprojektion des Ballonortes. Aus zwei solchen Bildern ermittelt er bereits die Höhendifferenzen des Terrains in der heute allgemein bekannten Weise, die aber viel spätere Autoren wiederholt als große neue Errungenschaft betrachtet haben.

Wie man sieht, war der Mann theoretisch schon ziemlich weit, wenn mir auch von einer praktischen Anwendung seines Patentes nichts bekannt geworden ist. Weiters von historischem Interesse ist eine Arbeit aus dem Jahre 1898, die der damalige k. k. Geniehauptmann Julius Mandl in den „Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens" veröffentlicht hat.

Er behandelt das damals von Steiner bereits gelöste Problem der fünf Punkte in einer anderen und unleugbar eleganten Weise und will dasselbe auf vertikale Ballonaufnahmen, deren innere Orientierung unbekannt ist, anwenden, während er in Fällen, wo er die innere Orientierung kennt,

einfach mit drei Punkten pothenotisch arbeitet. Seine Voraussetzung, daß die Bilder bei der Aufnahme vertikal waren, nimmt aber meiner Ansicht nach der Arbeit, wenigstens soweit sie Ballonaufnahmen betrifft, den praktischen Wert, weil diese Bedingung in der Praxis der Ballonphotogrammetrie

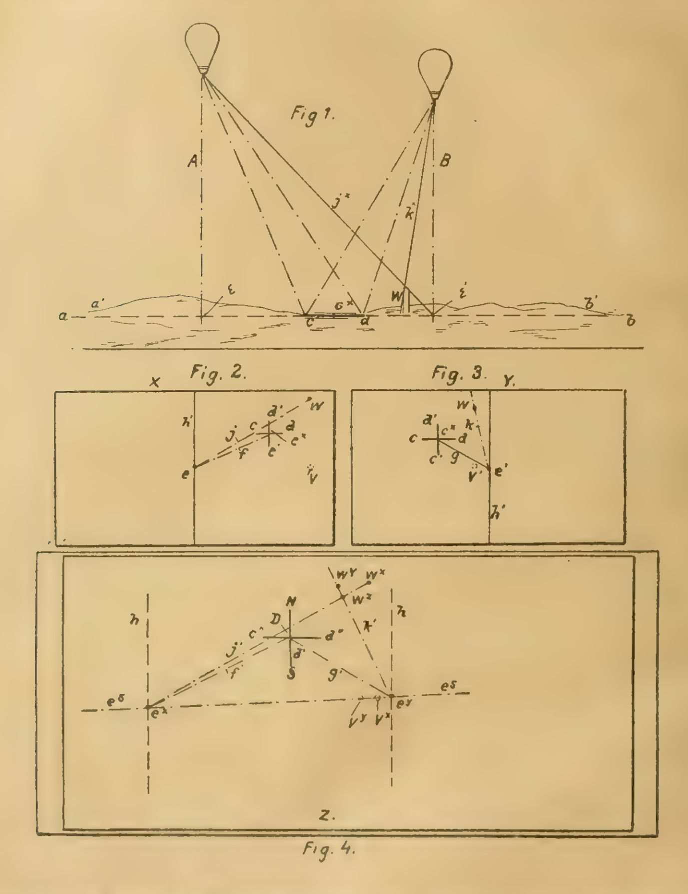


Fig. 4.

beinahe nie streng erfüllt werden kann und es in der Regel auch gar nicht rationell ist, mit streng vertikaler Platte im Ballon zu arbeiten.

Am wirksamsten gefördert wurde die Ballonphotogrammetrie durch die praktischen Arbeiten der Münchener Schule mit Prof. Finsterwalder an der Spitze, von welcher aber auch noch Prof. Emden, Prof. Hohenner, Dr. Kutta und Baron Bassus genannt sein mögen. Auch das preußische

Luftschifferbataillon hat in aller Stille bei diesen Arbeiten mitgewirkt, wie einige Daten, die ich bringen werde, beweisen.

Die Münchener Schule ging vor allem mit photogrammetrisch adjustierten Kameras vor, die ein Markenkreuz besaßen, deren Brennweite bekannt und deren Apparatkonstante genau ermittelt waren. Baron Bassus machte Vergleichsversuche mit verschiedenen Momentverschlüssen und, sowohl Baron Bassus als das preußische Luftschifferbataillon konstruierten unabhängig voneinander Apparate für den Gebrauch im Ballon, bei welchen die Neigung im Moment der Aufnahme mittels Libellen abgelesen werden konnte. Prof. Finsterwalder setzte den oberwähnten Gedanken Prof. Schiffners in die Praxis um, indem er zur Bestimmung des Nadirpunktes vom Äquator des Freiballons 16 bis 20 in gleichen Abständen aufgehängte Schnüre (Lotleinen) herabhängen ließ, die etwa 50 *m* lang, 3 *mm* stark waren und unten je ein mit 100 *g* schweren Bleistückchen gefüllten Säckchen trugen.

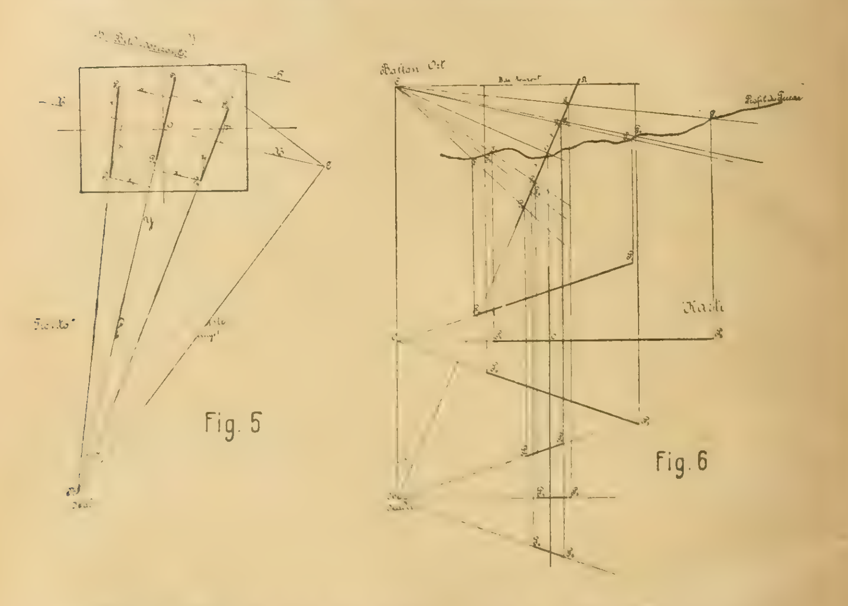
Da diese Lotleinen sich auf den Photographien als zarte, gegen den Nadirpunkt konvergierende Gerade abbilden, so ist damit die Orientierung der Bilder gegen die Vertikale in der einfachsten Weise gegeben. Störungen der Vertikalität der Lotleine durch den Wind und eventuelle heftige Bewegungen des Ballons sind zwar zu befürchten, scheinen aber in der Praxis nicht allzusehr ins Gewicht zu fallen. Auf der Erfüllung dieser Voraussetzungen, nämlich eine photogrammetrisch adjustierte Kamera, deren Konstanten vorher oder nachher genau ermittelt wurden und bekannte Neigung des Apparates im Momente der Aufnahme (mittels Libellen oder Lotleinen gemessen) beruhen folgende zwei wichtige und typische Lösungen:

1. Zwei oder mehrere vom Nadir aus über die Photographie gezogene Gerade seien auf der Karte wieder auffindbar, d. h. je zwei Punkte auf jeder solchen Geraden seien sowohl auf der Photographie (Fig. 5) als auf der Karte (Fig. 6) als identisch feststellbar. Sobald das der Fall ist, ist die Orientierung eines Ballonbildes höchst einfach. Man überträgt einfach die Nadirstrahlen vom Bilde in die Karte. Ihr Schnittpunkt auf der Karte ist die Horizontalprojektion *c* des Ballonortes. Sodann zeichnet man sich auf eine Oleate den Aufriß und Grundriß des räumlichen Strahlenbüschels (Fig. 6), welches die Photographie repräsentiert. In den Grundriß trägt man sich selbstverständlich die Bildtrasse ein. Sodann legt man die Oleate derart über die Karte, daß die korrespondierenden Nadirstrahlen des Grundrisses und der Karte zur Deckung kommen, projiziert die identen Punkte der Karte vertikal in die ihnen entsprechenden Strahlen des den Aufriß darstellenden Strahlenbüschels und findet so einen kompletten Aufriß (Profilschnitt) des Terrains.

War der Bildhorizont im Aufriß dadurch angedeutet, daß man eine horizontale Gerade durch den Ballonort zog, so ergeben die Abstände jedes einzelnen Punktes dieses Profils vom Bildhorizont die respektiven Höhenunterschiede zwischen Ballonort und den einzelnen Terrainpunkten im Maßstab der Karte. Addiert man selbe zu den der Karte zu entnehmenden Höhenkoten der einzelnen Punkte, so findet man ebenso viele Werte für die Ballonhöhe, als man Terrainpunkte bei dieser Arbeit verwendete, die unter sich gleichwertig sind und die man daher zu einem Mittelwerte vereinigen

kann. Zweite Lösung: Wieder seien die Apparatkonstanten und die Neigung bekannt. Nadirstrahlen können zwar nicht identifiziert werden, aber eine größere Anzahl, mindestens drei, allgemein gelegener Bildpunkte sind auf der Karte identifizierbar (Fig. 7, 8, 9).

Man konstruiert wieder wie zuvor den Grundriß und Aufriß des durch die Photographie (Fig. 7) repräsentierten räumlichen Strahlenbüschels (Fig. 8). Den Grundriß dieses Strahlenbüschels überträgt man auf eine Oleate und paßt dieses so gut als möglich in das entsprechende Punktnetz der Karte ein (Fig. 9). Hierdurch findet man die Horizontalprojektion des Ballonortes.

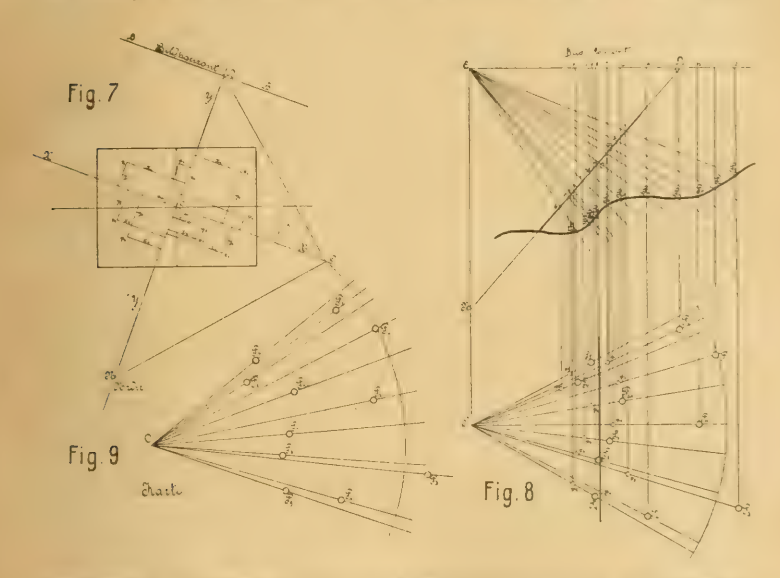


Sodann überträgt man die identen Punkte der Karte (Fig. 9) auf die ihnen entsprechenden Strahlen des Grundrisses (Fig. 8) des Strahlenbüschels in der Konstruktionszeichnung, projiziert selbe wieder in den Aufriß hinauf und findet so wieder den Aufriß (eine Art Profil *d*) des Geländes (Fig. 8). Addiert man wieder die Abstände jedes einzelnen Terrainpunktes von der Horizontlinie des Ballonortes zu seiner der Karte entnommenen Höhenkote, so erhält man wieder ebenso viele Werte für den Ballonort, als man Punkte verarbeitet hat. Ihr Mittelwert ist die Höhe des Ballonortes.

Größere Unstimmigkeiten deuten auf eine fehlerhafte Annahme der Neigung oder der Apparatkonstanten. Das Herausschlagen einzelner Punkte deutet bei sonst guter Übereinstimmung auf Fehler der Identifikation oder der Karte.

Es empfiehlt sich hierbei, mit einer möglichst großen Anzahl von Punkten

zu arbeiten, da die Arbeit dadurch nicht wesentlich vermehrt und die Genauigkeit und Sicherheit des Resultates bedeutend gesteigert wird. Unser Herr Oberoffizial Tschamler verwendet mit kleinen Variationen im Wesen dieselbe Methode auch dann, wenn ihm die Neigung des Bildes ursprünglich nicht bekannt war, und behauptet, bei Verwendung von entsprechend vielen Punkten durch wiederholte Konstruktion und sukzessive Anpassung an die Karte die Neigung des Bildes ermitteln zu können. Das ist zweifellos eine Arbeit, die sehr viel Verständnis und Geduld erfordert und nicht jedermanns Sache ist, namentlich wenn der Apparat im Moment der Aufnahme nicht nur nach vorne geneigt, sondern auch seitlich verdreht war, was ja die Regel ist, oder wenn außerdem der Apparat nicht photo-



grammetrisch adjustiert ist und die Apparatkonstanten nur mangelhaft bekannt sind.

Wesentlich erleichtert würde die Arbeit auch dann, wenn die Kamera mit einem Niveau Jardinet (Fig. 25) ausgerüstet wäre, wie Sacconney es in seinen Schriften angibt und wie ich selbst ein solches schon vor Jahren, ohne die französichen Arbeiten zu kennen, verwendet habe. Es ist das ein rechtwinkelig gebogenes Glasrohr, welches einen geschlossenen Rahmen bildet, in welchem Quecksilber oder sonst eine Flüssigkeit frei hin und her spielt, ein kommunizierendes Gefäß (eine Art Kanalwage), welche knapp vor der Platte montiert ist und welche durch die Stellung der sich mit abbildenden Flüssigkeitskuppen zum mindesten die seitliche Verdrehung des Bildes und damit die Richtung, in der der Horizont am Bilde verläuft,

angibt. Mit diesem Hilfsmittel wäre die Methode Tschamler auch allgemein anwendbar.

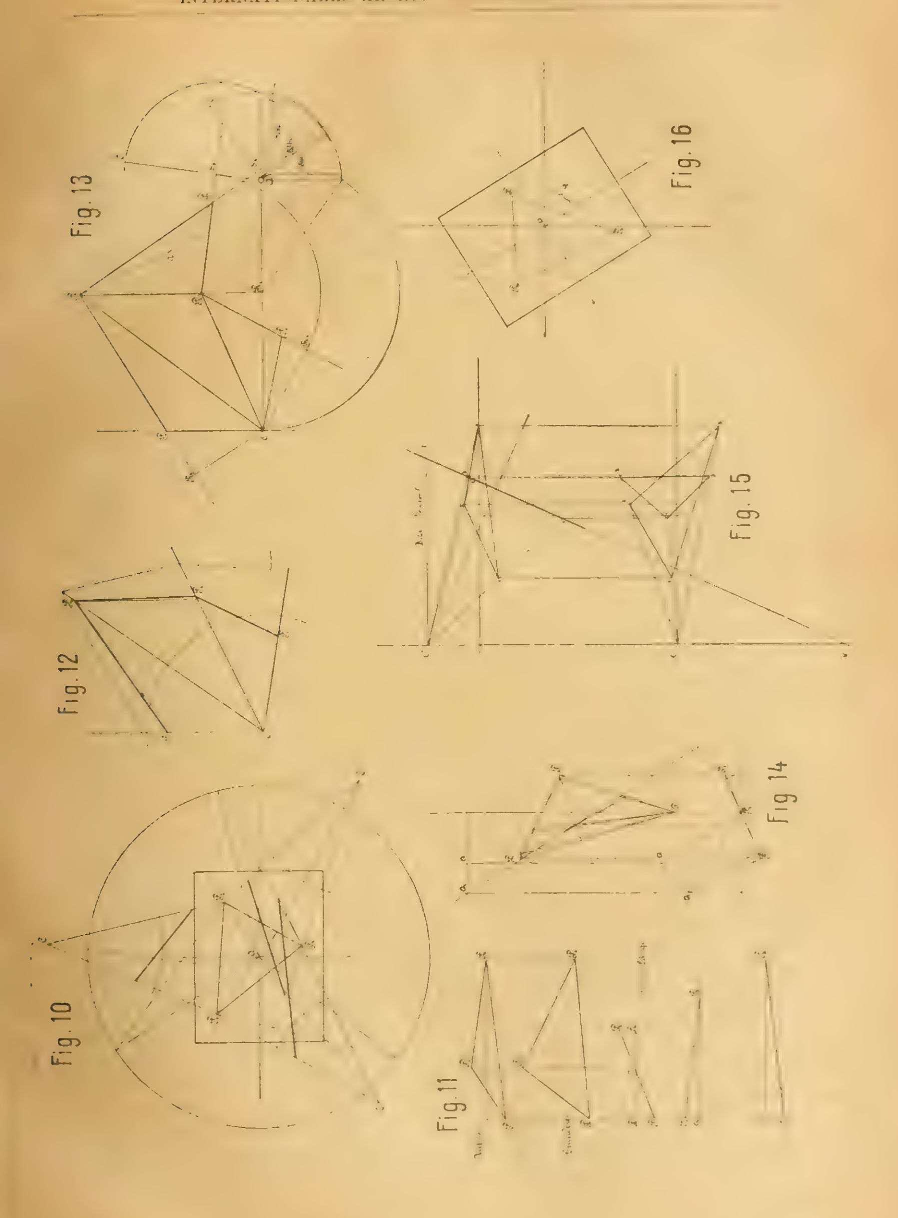
Dritte Lösung (Fig. 10 bis 16): Übrigens hat Prof. Finsterwalder auch für jene Fälle, wo die Neigung des Apparates nicht bekannt ist, eine exakte Lösung angegeben, bei der nur vorausgesetzt ist, daß drei Punkte des Geländes zwischen Bild und Karte identifizierbar seien und daß die Apparatkonstanten genau bekannt seien. Wenn auch in der Regel drei Punkte des Geländes nur in der Theorie zur Ermittlung des Ballonortes genügen, in der Praxis aber zu höchst ungenauen Resultaten führen, so ermöglicht doch zweifellos die Methode Finsterwalders gute Näherungswerte des Ballonortes und der Neigung des Bildes zu finden, auf Grund deren dann nach Methode 2 mit einer größeren Anzahl identer Punkte die Arbeit wiederholt und das Resultat kontrolliert werden kann. Finsterwalder wählt zu diesem Zweck auf der Photographie drei identifizierbare Punkte aus, die ein möglichst großes Dreieck bilden (Fig. 10). Er konstruiert sich sodann die Pyramide, welche dieses Dreieck im Bilde zur Basis und den optischen Mittelpunkt (zweiten Hauptpunkt) des Objektivs zur Spitze hat (Fig. 10). Diese Pyramide denkt er sich nach einer Kante aufgeschnitten und in die Zeichenfläche ausgebreitet (Fig. 12).

Sodann ermittelt er sich die wahren Längen der drei Verbindungsgeraden zwischen den drei identen Punkten des Geländes auf Grund ihrer Horizontalprojektionen und Höhenkoten (Fig. 11).

Diese drei wahren Längen paßt er nun mit dem Zirkel in das in die Zeichenfläche ausgebreitete Dreikant rein empirisch durch Versuche ein (Fig. 12), derart, daß die Abbildungen der aufgeschnittenen Pyramidenkante am ersten und am letzten Strahl gleich lang werden. Sobald das geschehen ist, ermittelt er durch eine einfache Konstruktion die senkrechte Projektion und den senkrechten Abstand des Ballonortes (der Pyramidenspitze) in bezug auf das gegebene Geländedreieck (Fig. 13). Sodann ermittelt er durch eine einfache Konstruktion, die im wesentlichen auf eine räumliche Drehung hinausläuft, mit Rücksichtnahme auf die wirkliche Lage des Geländedreiecks im Raum, die wirkliche Lage des Ballonortes im Raum (Fig. 14) und endlich die Richtung der optischen Achse und damit auch die Neigung des Bildes (Fig. 15).

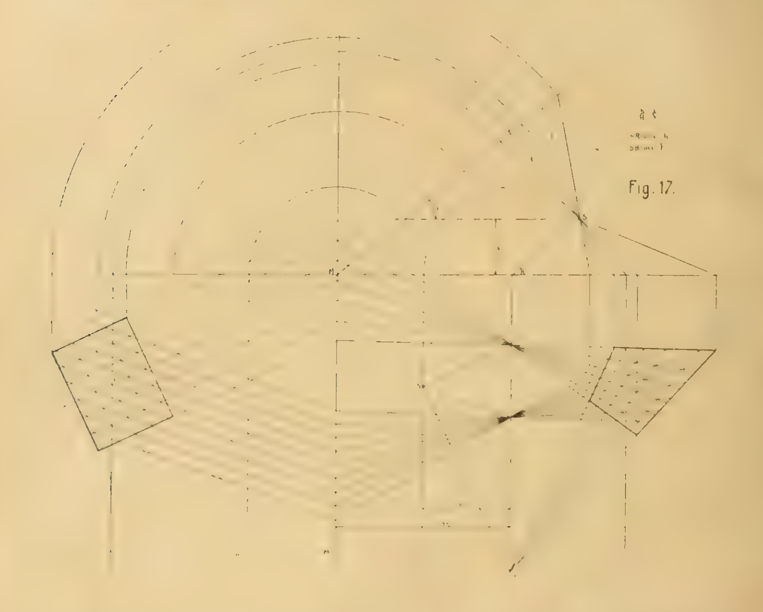
All das geschieht meist rechnerisch, kann aber auch konstruktiv nach den Regeln der darstellenden Geometrie geschehen.

Vierte Lösung: Andere, wie z. B. Staatsrat Thiele und Major Klußmann vom preußischen Luftschifferbataillon, konstruieren auf Grund der bekannten Neigung des Bildes und der bekannten Apparatkonstanten ein perspektivisches Netz für jedes einzelne Bild, das einem über das Gelände gelegten Quadratnetz entspricht und zeichnen auf Grund dieses Netzes das, was das Bild zeigt, in die Orthogonalprojektion um (das Perspektometer von Thiele ist ja nichts anderes). Ich selbst habe auf sehr verwandtem Wege seinerzeit die Bilder, welche Dr. Schlein die Güte hatte, mir zur Verfügung zu stellen und die ich dann auf der Londoner Ausstellung ausstellte, gegen die Karte orientiert. Diese Bilder waren mit einem gewöhnlichen Apparat


Fig. 10
Fig. 11
Fig. 12
Fig. 13
Fig 14
Fig. 15
Fig. 16

gemacht, der nicht photogrammetrisch adjustiert war. Ihre Neigung war unbekannt und ihre Brennweite nur höchst genähert auf einige Millimeter genau bekannt. Es lag also der allgemeinste Fall vor, den man sich denken kann, ohne jedwede Erleichterungen. Um diese Aufgabe zu lösen, machte ich nur eine Annahme, die sich späterhin als beinahe immer zulässig erwiesen hat. Nämlich, daß bei allen Ballonaufnahmen aus größeren Höhen die Unebenheiten des Terrains vernachlässigt werden können und man beinahe immer so arbeiten kann, als wenn das Gelände eben wäre (Fig. 17).

Ich legte ein Quadratnetz nicht über die Karte, sondern über das Bild, ermittelte das idente Netz auf der Karte, sowie dessen Diagonalen. Es ist



klar, daß jedem einzelnen System von parallelen Geraden am Bilde je ein Strahlenbüschel in der Karte entsprach. Die Zentren aller dieser Strahlenbüschel mußten theoretisch in einer Geraden liegen und lagen auch tatsächlich innerhalb der Grenzen der graphischen Genauigkeit in einer Geraden. Diese Gerade war nichts anderes als die Verschwindungsgerade *R*, d. h. das Bild des unendlich fernen Elementes der Photographie, respektive jene Schnittgerade, in der eine durch den Ballonort parallel zur Bildebene geführte Ebene die Karte schneidet. Eine parallel zu dieser Geraden derart in die Karte eingezeichnete Gerade, daß sämtliche Strahlenbüschel auf ihr Strecken abschneiden, die den Abständen der ihnen entsprechenden Parallelen im Bilde (in der Richtung des Bildhorizontes *H H* gemessen) gleich sind,

war nichts anderes als die Schnittgerade der Bildebene mit der Karte, respektive das gemeinsame Element MM zwischen Karte und Bild, die sogenannte „Terrainlinie" der Franzosen.

In analoger Weise konnte ich mir über ein Duplikat der Karte ein Quadratnetz legen und über ein Duplikat des Bildes das entsprechende perspektivische Netz zeichnen. Dadurch konnte ich wieder die Lage des wahren Bildhorizontes HH und des gemeinsamen Elementes MM im Bilde feststellen. (Dieses perspektivische Netz ist im Wesen nichts anderes als das Perspektometer Thieles.) In dem Moment, wo mir der Bildhorizont bekannt war, konnte ich auch die Neigung des Bildes ermitteln, wenn ich annahm, daß die mir angegebene Brennweite von 120 *mm* richtig sei. Da selbe auf einige Millimeter unsicher war, ergab sich selbstverständlich eine Unsicherheit in der Ermittlung der Neigung i. Desgleichen konnte ich Horizontalprojektion und Höhe des Ballonortes jetzt ermitteln, die aber ebenfalls mit den Fehlern behaftet waren, unter denen die Kenntnis meiner Apparatkonstanten litt. Da aber Herr Dr. Schlein die Bilder auf einer wissenschaftlichen Ballonfahrt gemacht hatte, so konnte er mir die barometrisch gemessenen Höhen im Moment der Aufnahme auf $\pm$ 100 *m* angeben, was eine wertvolle Kontrolle ergab[1]). Schließlich kam es für die Zwecke einer exakten Transformation der Bilder in die Horizontalebene mit Hilfe meines Apparates auf eine genaue Orientierung der Ballonaufnahme gar nicht an, weil eine solche für diesen Zweck gar nicht nötig ist, sondern unabhängig davon bewerkstelligt werden kann, wie ich in nachstehendem noch erläutern werde. Wichtig ist nur die Erkenntnis, daß diese Methode es ermöglicht, zum mindesten den Verlauf des Horizontes und damit die seitliche Verdrehung α der Bilder, sowie einen geometrischen Ort für die Orientierung des Bildes gegen die Karte selbst beim Mangel jedweder photogrammetrischen Adjustierung und vollständiger Unkenntnis der Neigung i aus Karte und Bild selbst zu entwickeln. War außerdem die Schleppleine bei der Ballonfahrt ausgelegt, so ergibt selbe unabhängig hiervon einen geometrischen Ort für den Ballonort, drittens ist in der Praxis die Brennweite F des verwendeten Objektives auf der Fassung angegeben, daher in der Regel auf $\pm$ 1 *mm* genau bekannt und macht es keine besondere Mühe, bei Freifahrten knapp vor oder gleich nach der Aufnahme das Barometer abzulesen. Damit sind genügend Behelfe zur rohen Auswertung von Ballonbildern gegeben.

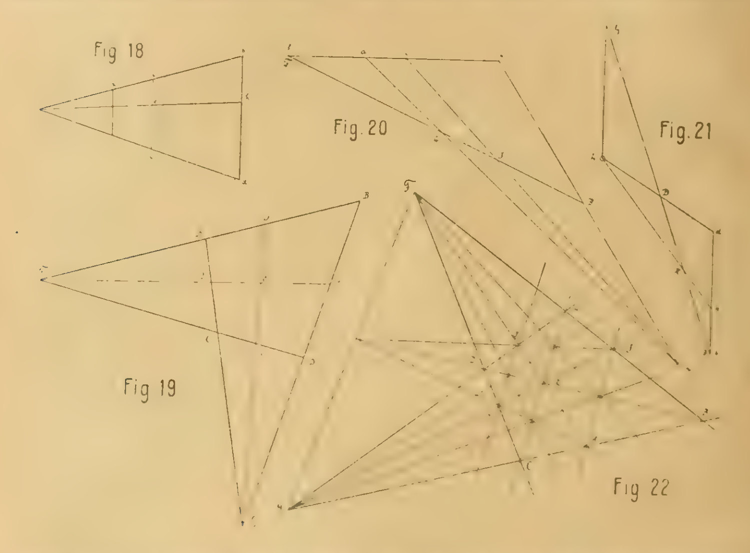
Insbesondere ist das dann der Fall, wenn man nach der auf vorstehende Art genügend genau ermittelten Verdrehung α mit Hilfe der genähert bekannten Objektivbrennweite F und der ebenfalls genähert bekannten Neigung i des Bildes die eingangs erläuterte Methode 2 mit möglichst vielen identen Punkten anwendet und hierbei eventuell nach dem Vorbilde Tschamlers durch wiederholte Anwendung der Methode 2 der Wahrheit möglichst nahe zu kommen trachtet.

---

[1]) $\frac{h}{H}$ = Verjüngungsverhältnis der Karte. h = Höhe des Parallelogramms $MHSR$. H = barometrisch gemessene Ballonhöhe über dem Gelände.

Der Gedanke, die Transformation schiefer Ballonaufnahmen in horizontale photographisch durchzuführen, war bereits früher sowohl von **Laussedat** als von Deville ausgesprochen. Bekanntlich hat **Laussedat** ja sogar eine Lochkamera für diese Zwecke angegeben.

Allerdings glaube ich nicht, daß es möglich wäre, mit einer solchen Lochkamera, wie **Laussedat** sie angegeben hat, tatsächlich praktisch zu arbeiten und ist mir auch nichts darüber bekannt, daß diese Lochkamera auch wirklich ausgeführt worden wäre. Praktisch möglich wurden diese photographischen Transformationen erst, nachdem die Gesetze der schiefen Abbildung mit voller Öffnung von mir gefunden und konstruktiv verwertet worden waren. Nachdem diese Transformationen aber auf rein projektiven



Beziehungen beruhen, ist zu deren Durchführung die Kenntnis des Ballonortes, wie schon früher erwähnt, gar nicht nötig. Dies wird jedem sofort klar werden, wenn ich die einschlägige Stelle aus **Finsterwalders** „geometrischen" Grundlagen hier zitiere und darauf hinweise, daß das, was **Finsterwalder** dort rein zeichnerisch macht, soweit es sich um die geometrischen Grundlagen der vorliegenden Arbeit handelt, dasselbe ist, was ich photographisch mache (Fig. 18 bis 22).

„Bei ebenem Terrain sind Karte (Fig. 19) und Bild (Fig. 18) zwei, sowie hier vorausgesetzt, perspektivisch aufeinander bezogene Figuren. Sind dann vier Punkte auf beiden identifiziert, *A*, *B*, *C*, *D* mit *a*, *b*, *c*, *d*, so kann man nun den Punkt *E* der Karte finden, dem ein beliebiger Punkt *e* des Negativs entspricht. Denn zieht man vom Schnittpunkt *f* von *a b* und *d c* aus *f e* und schneidet diese Gerade *b c* in *h*, so hat man auf der Karte nur Punkt *H* so

zu konstruieren, daß das Doppelverhältnis $GDHB$ gleich demjenigen $gdhb$ ist. Dann entspricht Gerade FH der Karte fh des Negativs und es ist in FH ein geometrischer Ort für E gefunden. Als einen zweiten geometrischen Ort findet man in ganz analoger Weise GJ, somit Punkt E.

Ist eine große Reihe von Punkten aus dem Bilde in die Karte einzutragen, z. B. die Karte selbst (mit Ausnahme der einzelnen schon bekannten Punkte) erst zu zeichnen, so kann man an Stelle dieser Konstruktion eine andere, das Möbiussche Netz benutzen. In der vorigen Figur 18 entsprechen augenscheinlich die innerhalb des Viereckes $abcd$ des Bildes liegenden Punkte den Punkten der Karte (Fig. 19) innerhalb $ABCD$. Ebenso aber auch die Punkte innerhalb des kleinen Viereckes $aiel$ denjenigen innerhalb $AIEL$. Durch Wiederholung solcher Teilungen des Viereckes kann man immer kleinere Vierecke von Bild und Karte aufeinander beziehen, was schließlich zur Herstellung einer Kartenskizze führt. Die Zerlegung in kleine Bezirke geschieht am bequemsten durch fortgesetztes Ziehen von Diagonalen. Die Diagonalen AC und BD mögen sich in E schneiden (Fig. 22), durch sie ist Viereck $ABCD$ schon in vier kleinere Dreiecke zerlegt. Durch Ziehen von EF und EG tritt eine weitere Zerlegung ein. Die Diagonalen JH, HK, KL, LJ setzen dies fort; die Verbindung des Schnittpunktes von EB und JH etc. mit F und G gibt eine neue Zerlegung und so geht es ohne Schwierigkeit weiter. Ein Punkt in irgend einem Dreieck des Bildes ist auf der Karte in das entsprechende Dreieck einzutragen; bei einiger Übung wird auch die Lage innerhalb des Dreieckes sich durch Schätzung richtig übertragen lassen, was eine zu engmaschige und dadurch verwirrende Ausführung dieses Möbiusschen Netzes erspart. Es ist übrigens klar, daß die Einteilung in solche kleinere Bezirke ganz ebenso auch außerhalb des Viereckes fortgesetzt werden kann; so schneiden die Verlängerungen von JL und JH die Gerade FC in Punkten, deren Verbindung mit G die Einteilung des Gebietes außerhalb des Viereckes erweitert. Als wichtige Zeichenkontrolle ergibt sich, daß eine Reihe Strahlen (z. B. KH, DB, LJ) sich in einem Punkte der Geraden FG schneiden und vieles ähnliche.

Im einzelnen wird beim Zeichnen der Karte oft eine Erleichterung durch die Bemerkung erhalten werden, daß, wenn eine Gerade (oder Kurve) eine Kurve im Bilde berührt (etwa eine Straße einen Waldrand), auch auf der Karte die Berührung stattfindet, und zwar natürlich in entsprechenden Punkten."

Eine von der Münchener Schule wesentlich abweichende Richtung verfolgen die Franzosen. Sie haben vor allem andere Ziele im Auge und scheinen auch in der Technik andere Wege zu gehen.

Es finden sich in den militärischen Zeitschriften Arbeiten französischer Autoren in Menge, selbe haben meistens die militärische Rekognoszierung vom Ballon aus im Auge. Ferner die Verwertung von Tele-Aufnahmen und endlich scheint den Franzosen die Schaffung einer Art Nautik für lenkbare Ballons vorzuschweben, deren wichtigstes Meßinstrument die photographische Kamera sein soll.

Ich habe seinerzeit in meinem Referat über die Arbeiten Sacconneys

der Anschauung Ausdruck gegeben, daß dieselben eine Zusammenfassung der einschlägigen Arbeiten der Franzosen zu sein scheinen. Hiergegen hat Sacconey in einem Briefe an mich energisch protestiert und alles, was er publiziert hat, als rein persönliche Leistung bezeichnet. Ich betrachte es daher als meine Pflicht, meinen damaligen Irrtum jetzt öffentlich zu berichtigen. Die Fülle des von Sacconney Gebotenen macht ihm aber alle Ehre und beweist die rege Tätigkeit der Franzosen auf diesem Gebiet. Auch würde, da er durchaus nicht der einzige Franzose ist, der auf diesem Gebiete tätig ist, eine derartige Zusammenfassung der französischen Arbeiten, wie ich sie Sacconney irrtümlicherweise zumutete, sehr wünschenswert sein. Hier möchte ich nur das Wichtigste erwähnen:

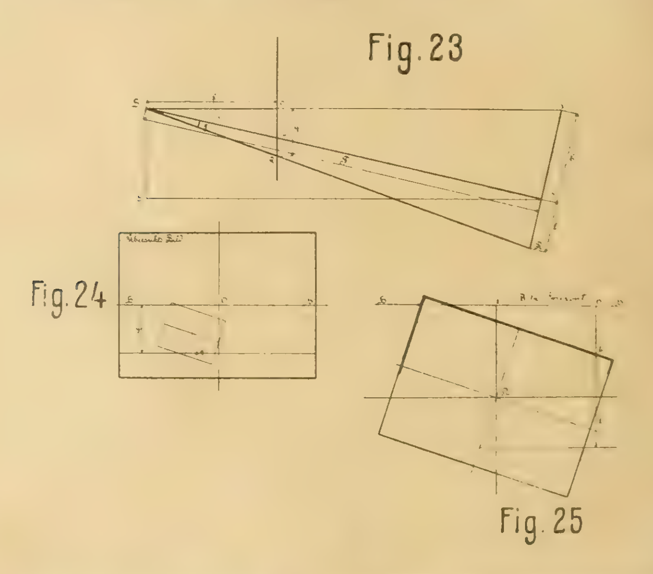


Fig. 23

Fig. 24

Fig. 25

Bekanntlich sind Tele-Aufnahmen überhaupt und insbesondere solche vom Ballon aus sehr schwer zu orientieren, weil sie ein ungemein kleines Gesichtsfeld haben. Sacconney kommt dieser Schwierigkeit dadurch bei, daß er gleichzeitig eine Tele-Aufnahme und eine sogenannte Übersichtsaufnahme mit einem Objektiv von normaler Brennweite von demselben Objekte macht (Fig. 23). Die beiden Aufnahmen haben dann den Standpunkt gemeinsam und kann derselbe mit Hilfe der Übersichtsaufnahme festgelegt werden. Man braucht dann nur mehr einen identen Punkt (irgendein markantes Objekt) auf beiden Aufnahmen herauszufinden, um die Tele-Aufnahme in die Übersichtsaufnahme einpassen zu können (Fig. 24). Eine eventuelle seitliche Verdrehung der Tele-Aufnahme wird durch das bereits erwähnte Niveau-Jardinet (Fig. 25) gemessen.

Ein weiterer empfehlenswerter Kunstgriff, um Ballonaufnahmen weit entfernter Objekte zu orientieren, besteht darin, daß zwei Kameras miteinander starr verbunden sind. Die Hauptkamera mit vertikaler Platte und einem langbrennweitigen Objektiv, zirka 60 *cm*, ja bis zu 1 *m*, das Objektiv möglichst tief gestellt und eine zweite, kleinere Kamera mit horizontaler Platte und einem kurzbrennweitigen Weitwinkelobjektiv. Während mit der Hauptkamera das zu rekognoszierende, entfernte Objekt photographiert wird, macht man gleichzeitig mit der kleinen Kamera eine Aufnahme des Geländes unter sich, auf dem geeignete, deutlich sichtbare Fixpunkte zur späteren Orientierung des Bildes eingemessen sind.

Eine dritte charakteristische Methode ist die Verwendung der Fluchtpunkte, von der Sacconney ausgiebigen Gebrauch macht, während auf diese sonst gar nicht gedacht wird.

Ein typisches Beispiel hierfür ist die von ihm angegebene Methode, ein Bild, dessen seitliche Verdrehung bereits mit dem Niveau-Jardinet festgestellt wurde, bezüglich seiner Neigung nach vorne mit Hilfe eines bekannten Horizontalwinkels im Gelände zu orientieren. (Siehe Fig. 26, 27 und Anmerkung.)

Schließlich hat Sacconney in jüngster Zeit auch eine exakte Lösung des Problems der drei Punkte angegeben, welche sich der Finsterwalderschen ebenbürtig an die Seite stellt. Dieselbe wird an der Hand des Bildes erläutert (Fig. 28 bis 33 und Anmerkung).

Den Herren dürfte aufgefallen sein, daß alle Lösungen, die ich bisher gebracht habe, rein graphisch sind. Einzig und allein die exakte Lösung Finsterwalders kann man auch rechnerisch durchführen. Das hat seinen guten Grund, denn die graphischen Lösungen sind bis jetzt die einzig rationellen, denn die Fixpunkte, die uns die heutigen Karten liefern, sind weder an sich genau genug, noch mit genügender Sicherheit zu identifizieren, um die Mühe der Rechnung zu verlohnen. Wenn auch drei Punkte in der Theorie genügen, um ein Ballonbild zu orientieren, so ist das in der Praxis durchaus nicht der Fall und wird man gut tun, stets mit einer Vielheit von Punkten zu arbeiten. Das würde aber bei rechnerischer Durchführung die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate und damit einen Aufwand an Arbeit und Zeit erheischen, der in gar keinem Verhältnis zum Resultat stünde. Ich höre die Frage: Und was ist mit den Triangulierungspunkten? Die sind schon gar nicht zu brauchen. Erstens sind sie viel zu dünn gesät. Es ist selbst bei meinen Panoramaaufnahmen in den seltensten Fällen möglich, drei solche Punkte auf die Platte zu bekommen. Von gewöhnlichen Ballonaufnahmen, die ein viel kleineres Territorium überblicken, ganz zu schweigen. Zweitens sind nur die Kirchen und Kapellen auf den Bildern erkennbar, aber leider nicht alle eingemessen. Die anderen Triangulierungspunkte sind ja bekanntlich bloß unterirdisch stabilisiert und daher absolut nicht auffindbar. Man müßte, um diesen Übelständen zu begegnen, eine eigene, sehr engmaschige und sehr genaue Triangulierung durchführen und das würde wieder Kosten verursachen, die in keinem Verhältnis zum erreichten Gewinn stünden. Außerdem ist noch zu bemerken, daß, solange man die Papierkopien

ausmißt, in der Dehnung des Papiers Fehlerquellen stecken, die jede Rechnung ad absurdum führen. Nur dann, wenn man die Glasbilder mit eigenen Präzisionsapparaten, z. B. mit dem Stereokomparator ausmißt, ist eine rechnerische Durchführung der Arbeit denkbar. Es besteht aber eine dritte Fehlerquelle, die noch gar nicht gewürdigt wurde.

Eine photographische Kamera ist ein ganz ausgezeichnetes Winkelmeßinstrument, aber nur dann, wenn ihre Konstanten genau bekannt sind. Das ist beinahe nie in genügender Weise der Fall. Fehler von $^1/_{10}$ *mm* in der Bildweite und im Markenkreuz gelten als das äußerst Erreichbare und haben bereits einen ganz enormen Einfluß auf die Winkelmessung. Eine photographische Kamera, die als Winkelmeßinstrument benutzt werden soll, sollte starr und aus unveränderlichem Material, am besten Invar, erbaut sein, die Platten sollen direkt an den Kassettenrahmen angepreßt werden, das Objektiv soll unveränderlich eingeschraubt und nach erfolgter Rektifikation des Apparates nicht mehr vom Fleck gerührt werden. Die Ermittlung der Konstanten, solange man nur graphische Genauigkeiten im Auge hat, kann mittels bekannter Horizontalwinkel zwischen weit entfernten vertikalen Geraden, die vorher oder nachher mit dem Theodoliten genau eingemessen wurden, durchgeführt werden und liefert Resultate von ausreichender Genauigkeit. Sobald man aber eine rechnerische Verwertung der Resultate im Auge hat, empfiehlt es sich, die Ermittlung der Konstanten der Kamera mit Hilfe des Fixsternhimmels durchzuführen, die Ausmessung der Sternpositionen auf den Glasplatten mit Hilfe des Stereokomparators durchzuführen, und zwar mindestens fünf Sternpositionen pro Platte auszumessen und die erhaltenen Messungsresultate nach Koordinaten oder geometrischen Örtern auszugleichen. Ich hatte ursprünglich die Absicht, diese Ausgleichsmethode heute zu besprechen, sowie sie sich bei meinen Arbeiten als rationell ergeben hat. Es ist jedoch das Material, das ich heute zu bringen habe, so umfangreich geworden, daß ich, um meine verehrten Herren Zuhörer nicht übermäßig zu beanspruchen, diese Frage früher oder später separat behandeln werde.

Wie schon erwähnt, ist zur Transformation der Ballonaufnahmen in horizontale Vogelsperspektiven, mag selbe zeichnerisch oder auch photographisch erfolgen, sowie zu deren weiteren Verwertung, sei es für Rekognoszierungszwecke, sei es für Zwecke der Kartenkontrolle, die Ermittlung genauer Ballonorte gar nicht notwendig. Es frägt sich also: Warum strebt man sie überhaupt an? Einfach deswegen, weil wir Fortschritte machen wollen.

Wir wollen die Karten nicht bloß kontrollieren, sondern Originalvermessungen im Wege der Ballonphotogrammetrie durchführen. Das ist aber nur dann möglich, wenn wir bei unebenem Gelände aus den Ballonbildern auch einen genauen Schichtenplan rekonstruieren können, und dazu ist die genaue Orientierung der Ballonbilder, respektive die genaue Ermittlung der Ballonörter notwendig.

Allerdings nur eine genaue Ermittlung der relativen gegenseitigen Stellung der Ballonbilder, nicht ihre absoluten Positionen gegen das Gelände. Bekanntlich sind absolute Messungen wesentlich schwieriger durchzuführen und bedeutend ungenauer, als relative Messungen. Nachdem hier relative

Messungen genügen, sind absolute Messungen eigentlich zwecklos. Auch ist die größtmögliche Genauigkeit bei geringstmöglichem Arbeitsaufwand eine Grundbedingung für die Ausführbarkeit einer Landesvermessung mit Hilfe der Ballonphotogrammetrie. Daher muß es derzeit als die aktuellste und wichtigste Aufgabe bezeichnet werden, die relative Orientierung der Ballonbilder unabhängig vom Gelände in praktischer Weise zu ermöglichen.

Auch diesbezüglich hat uns bereits Finsterwalder vorgearbeitet. In seiner Akademieschrift, betitelt: „Eine Grundaufgabe der Photogrammetrie und ihre Anwendung auf Ballonaufnahmen" hat er uns gezeigt, wie man mit Benutzung der Hauckschen Kernpunkte zwei Ballonaufnahmen unabhängig vom Gelände gegeneinander orientieren kann, um dann aus ihnen eine fertige Schichtenkarte abzuleiten. Allerdings ist der Weg, den er verfolgt, noch so langwierig und mühsam, daß er im großen Stil wohl nicht durchführbar wäre, weil man dabei nicht auf seine Kosten käme.

Auch Prof. Fuchs befaßt sich neuestens mit dem Problem und hat mit einer diesbezüglichen Artikelserie im „Archiv" begonnen. Leider nimmt er hierbei auf die speziellen Bedürfnisse der Ballonphotogrammetrie keine Rücksicht und scheint mir auch aus anderen Gründen seine Methode der Finsterwalderschen nicht überlegen zu sein.

Für mich und meine Arbeiten war eine praktische Lösung dieser Aufgabe geradezu ein Bedürfnis und ist es klar, daß ich mich eingehend damit befaßte. Es gelang mir auch, indem ich teilweise Anregungen folgte, die ich von Herrn Oberoffizial Tschamler empfangen hatte, eine wirklich rasche und einfache Lösung der Frage zu finden, welche aber zum Unterschiede von Finsterwalders Vorgang die Kernpunkte, deren genaue Ermittlung ihm so große Mühe macht, ganz aus dem Spiel läßt und direkt die Widersprüche der aus zwei einander übergreifenden Ballonpanoramen berechneten Höhen identer Terrainpunkte zur Ermittlung der Verschwenkungen der einzelnen Panoramen heranzieht.

Bei diesem Verfahren spielen die Nadirpunkte der einzelnen Panoramen eine ähnliche Rolle, wie bei Finsterwalder die Kernpunkte.

Obwohl die Theorie dieser Methode fertig ist, möchte ich es doch einstweilen bei dieser vorläufigen Mitteilung bewenden lassen, weil die praktischen Versuche, die ich mit dieser Methode derzeit mache, noch nicht abgeschlossen sind.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß Prof. Dr. Norbert Herz in der sich an meinen Vortrag anknüpfenden Diskussion darauf aufmerksam gemacht hat, daß man das Problem der acht Punkte, von ihm publiziert in den Sitzungsberichten der Akademie der Wissenschaften, auf das vorliegende Problem übertragen könne, wobei sich eine bedeutende Vereinfachung durch den Umstand ergibt, daß die drei Aufnahmspunkte bei Ballonaufnahmen in der Regel nahezu in einer geraden Linie liegen und die Platten durch Umtransformation nahezu parallel gestellt wurden.

Auch Prof. Herz sieht den Hauptvorteil seines Vorschlages darin, daß hierdurch, analog wie bei meiner oberwähnten bereits fertigen Lösung, die Einführung der Kernpunkte, deren Bestimmung stets auf große Unsicherheit stößt, eliminiert und dadurch die Lösung bedeutend vereinfacht wird.

Zur Konstruktion des Auf- und Grundrisses des durch eine Photographie repräsentierten Strahlenbüschels auf dem Bilde. (Fig. 5, 6, 7, 8.)

Sobald das Nadir gegeben ist, denkt man sich durch den Hauptpunkt O der Photographie, in welchem selbe von der optischen Achse des Objektivs getroffen wird und der bei photogrammetrisch adjustierten Apparaten durch ein Markenkreuz festgelegt ist, und durch das laut Voraussetzung gegebene Nadir eine Gerade und macht selbe zur y-Achse eines rechtwinkeligen Koordinatensystems. Senkrecht darauf legt man durch den Hauptpunkt O als Ursprung des Koordinatensystems die x-Achse desselben. Auf dieses Koordinatensystem bezieht man sodann die einzelnen Bildpunkte. Außerdem denkt man sich das Projektionszentrum C um die y-Achse in die Zeichenebene umgelegt und findet derart das rechtwinkelige Dreieck $N C \Omega$, dessen Höhe $O C$ die Bildweite ist. Der Winkel dieses Dreieckes bei N ist die Neigung i der Bildebene, während der Winkel a, welchen die Achsen des Markenkreuzes mit den entsprechenden Achsen des soeben erläuterten Nadirsystems einschließen, die seitliche Verschwenkung des Bildes genannt wird.

Zeichnet man das Dreieck $N C \Omega$ derart, wie es wirklich im Raume steht, nämlich so, daß die Kathete $C N$ vertikal, die Kathete $C \Omega$ horizontal erscheint, so repräsentiert die Hypothenuse des Dreieckes die vertikale Bildflächespur, welche die Photographie im Aufriß darstellt. Trägt man auf dieser von O aus die y der einzelnen Bildpunkte je nach ihrem Vorzeichen nach aufwärts oder abwärts auf, so erhält man die Punkte 1, 2, 3 etc. auf der Bildflächespur. Durch Verbindung dieser Punkte mit dem Projektionszentrum C erhält man den Aufriß des Strahlenbüschels.

Wählt man sich in der Zenit-Nadirlinie $C N$, respektive in deren Verlängerung einen beliebigen Punkt C_1 als Horizontalprojektion des Ballonortes und zieht durch selbe eine horizontale Gerade; zieht man ferner durch die Punkte 1, 2, 3 etc. des Aufrisses vertikale Hilfslinien und trägt auf diesen von der durch C_1 gelegten Horizontalen aus die der Photographie zu entnehmenden Abszissen der einzelnen Bildpunkte je nach ihrem Vorzeichen nach rechts oder nach links auf, so erhält man die Horizontalprojektionen der einzelnen Bildpunkte und durch Verbindung mit der Horizontalprojektion des Ballonortes C_1 die Horizontalprojektion des Strahlenbüschels.

Details der Finsterwalderschen Methode.

Zu Fig. 10: P_1, P_2, P_3 sind die der Positionsbestimmung zugrunde gelegten Bildpunkte, deren entsprechende Terrainpunkte der Lage im Raume nach bekannt sind.

A ist der durch das Markenkreuz gegebene Hauptpunkt der Photographie; der Kreis stellt den durch die Bildweite gegebenen Distanzkreis dar.

$C P_1 P_2$, ferner $C P_2, P_3$, endlich $C P_3, P_1$ sind die in die Zeichenfläche umgelegten Seitenflächen der Pyramide, welche durch das Bilddreieck P_1, P_2, P_3 als Basis und durch das Projektionszentrum (zweiten Hauptpunkt des Objektivs als Spitze) bestimmt sind.

Die außerdem in diese Seitenflächen stark eingetragenen Geraden stellen jene Gerade dar, längs welcher besagte Pyramiden Flächen von der Ebene des Terraindreieckes geschnitten werden. Es sind also die in die Pyramide eingepaßten Seiten des Terraindreieckes.

Fig. 11: Stellt den Auf- und Grundriß des Terraindreieckes dar, sowie die Ermittlung der wahren (schiefen) Längen der drei Seiten des Terraindreieckes.

Fig. 12 stellt die längs der Kante $C P_1$ aufgeschnittene und in die Zeichenfläche ausgebreitete Pyramide dar, in welche die wahren Längen des Terraindreieckes durch Versuche sukzessive eingepaßt wurden. Die beiden Strecken $C P_1$ stellen dieselbe Pyramidenkante dar, müssen also einander gleich sein. Diese rein empirische Konstruktion kann man, wenn man will, auch durch Anwendung des Sinussatzes rechnerisch verfeinern, indem die drei Seiten des Terraindreieckes bezüglich ihrer wahren Längen gegeben sind, die drei Winkel an der Pyramidenspitze C aus dem Bilde und den Apparatkonstanten berechnet werden können und die drei Pyramidenkanten $C P_1$, $C P_2$ und $C P_3$ mit sich selbst ident sein müssen.

Fig. 13 stellt die Ermittlung der Horizontalprojektion und Höhe der Pyramidenspitze, jedoch auf das schiefe Geländedreieck bezogen, dar. Zu diesem Zweck denkt man sich wieder das Geländedreieck P_1, P_2, P_3 in der Zeichenfläche rekonstruiert und die drei Pyramidenseiten

C, P, P, ferner C, P_3, P_2 und endlich C, P_2, P_1 wieder an das Grunddreieck angeschlossen und in ihre ursprüngliche Stellung im Raume wieder aufgerichtet. Das geschieht durch einfache Drehkonstruktionen der darstellenden Geometrie, und zwar:

Man fällt von C aus die Lote
$C R_1$ auf die Seite $P_2 P_3$
$C R_2$ auf die Seite $P_3 P_1$
und $C R_3$ auf die Seite $P_2 P_1$
verlängert das Lot $C R_1$ entsprechend;
macht $P_3 R_2$ gleich $P_3 S_2$ und errichtet in S_2 eine Senkrechte auf die Seite des Geländedreieckes $P_3 P_1$;
macht $P_2 R_3$ gleich $P_2 S_3$ und errichtet eine Senkrechte auf die Dreieckseite $P_2 P_1$.

Die drei Perpendikel in $R_1 S_2$ und S_3 müssen sich jetzt bei richtiger Konstruktion im Punkte Q schneiden und ist dieser Punkt die orthogonale Projektion der Pyramidenspitze auf das Geländedreieck.

Außerdem ergeben die Drehkonstruktionen dreimal den Wert des senkrechten Abstandes der Pyramidenspitze von der Ebene des schiefen Geländedreieckes.

Fig. 14: Uns interessiert aber praktisch nicht die Lage der Pyramidenspitze in bezug auf das schiefe Geländedreieck, sondern deren Horizontalprojektion und Höhe im Raume. Selbe ermitteln wir dadurch, daß wir das Geländedreieck, wie Fig. 14 zeigt, uns vorerst horizontal liegend denken, in seiner wahren Größe aufzeichnen und ebenso die Lage des Punktes Q zu demselben im Grund- und Aufriß zur Darstellung bringen, sodann aber das Geländedreieck in jene Lage drehen, die es tatsächlich im Raume inne hat und den Punkt Q diese Drehung mitmachen lassen. Dadurch kommt der Punkt Q nach Q_1 in seine wirkliche Lage im Raume und kann dessen Horizontalprojektion und Höhe der Figur entnommen werden.

Selbstverständlich kann diese Drehung auch rechnerisch durchgeführt werden.

Fig. 15 zeigt wieder die Ermittlung des Grund- und Aufrisses des durch die Photographie repräsentierten Strahlenbüschels, den Bildhorizont, das Nadir N, die Neigung i und die vertikale Bildflächespur.

Fig. 16 veranschaulicht die ermittelte Verschwenkung a des Bildes, die im vorliegenden Falle, der auf ganz allgemeinen willkürlichen Annahmen aufgebaut ist, ungewöhnlich groß ausgefallen ist.

Konstruktion des Doppelverhältnisses $GDHB = gdhb$ (Fig. 21).

Hierbei muß vor allem beachtet werden, daß in Fig. 18 der Punkt g in unendlicher Entfernung liegt. Man zeichne sich zwei Gerade, die sich in einem beliebigen Winkel schneiden, betrachte den Schnittpunkt derselben als den gemeinsamen Punkt b und B, trage von diesem Punkte aus auf der einen Geraden die Strecken $b h$ und $b d$ auf, auf der zweiten Geraden die Strecken $B D$ und $B G$, verbinde d mit D und G mit g. Da g in unendlicher Entfernung liegt, ist die Verbindungsgerade $G g$ parallel zu $b d$.

Im Schnittpunkt der beiden Strahlen $d D$ und $G g$ liegt das Projektionszentrum Z. Verbindet man dieses Projektionszentrum Z mit dem gegebenen Punkt h, so ist der Schnittpunkt dieses Strahles mit der Geraden $B G$ der gesuchte Punkt H, der dem gewünschten Doppelverhältnis entspricht.

Fig. 20. Konstruktion des Doppelverhältnisses $FAIB$ gleich $faib$.

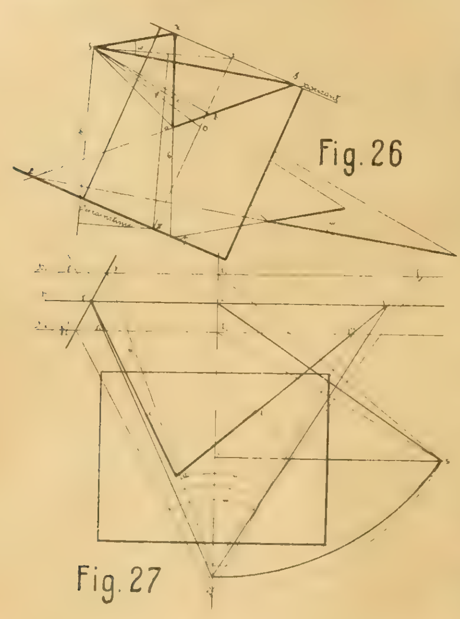
Man zieht wieder zwei Gerade unter einem beliebigen Winkel und betrachtet deren Schnittpunkt als das gemeinsame Element f und F. Man zieht wieder die beiden Verbindungsstrahlen $a A$ und $b B$. Ihr Schnittpunkt Z ist das Projektionszentrum. Durch Ziehen des Strahles $Z i$ findet man im Schnittpunkt dieses Strahles mit der Geraden $F B$ den Punkt I, der dem gewünschten Doppelverhältnis entspricht.

Erläuterungen der Figuren 26 und 27.

Gegeben sind im Bilde die beiden Geraden $a c$ und $a b$, deren Objekte in der Natur den Horizontalwinkel ω miteinander einschließen.

Es ist klar, daß, wenn man sich vom Projektionszentrum S des Bildes aus die beiden Fluchtstrahlen $S\alpha$ und $S\beta$ zieht, auch diese den gegebenen Horizontalwinkel ω miteinander einschließen. (Fig. 26.) Die beiden Schnittpunkte α und β dieser beiden Fluchtstrahlen mit den perspektivischen Bildern bestimmen den Bildhorizont und die beiden Schnittpunkte ε und η der in der Natur gegebenen horizontalen Geraden mit ihren Perspektivbildern bestimmen das sogenannte gemeinsame Element oder die Terrainlinie.

Fig. 27 zeigt die konstruktive Verwertung dieses Gedankens zum Zwecke der Ermittlung der Lage des Bildhorizontes und hiermit der Neigung i der Bildebene unter der Voraussetzung, daß die Verschwenkung a des Bildes durch das Niveau-Jardinet festgelegt sei. Man macht zuerst eine willkürliche Annahme bezüglich der Lage des Horizontes und denkt sich das Projektionszentrum S um diesen willkürlich angenommenen Horizont in die Zeichenebene nach S_1 umgelegt.


Fig. 26
Fig. 27

Man bringt die Gerade $a\,b$ mit dem willkürlich angenommenen Horizont H_1 in β_1 zum Schnitt, verbindet β_1 mit S_1 und konstruiert an diese Gerade als Winkelschenkel den Winkel ω. Der Schnittpunkt des zweiten Winkelschenkels mit dem Horizont H_1 sollte nun, wenn der Horizont richtig angenommen gewesen wäre, mit γ_1, dem Schnittpunkt der Geraden $a\,c$ mit H_1, zusammenfallen. Er wird es aber in der Regel nicht tun, sondern nach γ_1 fallen.

Man macht nun eine zweite Annahme mit dem Horizont H_2, und führt dieselbe Konstruktion ein zweitesmal durch und findet auf diese Art den Punkt γ_2, der ebenfalls nicht wie er sollte, mit dem Punkt γ_2 zusammenfällt.

Verbindet man nun γ_1 mit γ_2 durch eine Gerade, so ist der Schnittpunkt dieser Geraden mit der Geraden $a\,c$ mit großer Annäherung der gesuchte Fluchtpunkt γ derselben und kann durch denselben der Bildhorizont H nun richtig gezogen werden, womit auch die Neigung i des Bildes bestimmt ist.

Erläuterung der Methode Sacconneys. Ballonaufnahmen direkt auf Grund von drei Punkten zu orientieren.

Nachdem diese Methode eigentlich bloß für den Fall erdacht ist, daß von den gegebenen drei Terrainpunkten wenigstens zwei ein und dieselbe Höhe besitzen, so beginnt Sacconney mit dem Kunstgriff, ein gegebenes Terraindreieck, das ihm zur Orientierung seines Ballonbildes dienen soll und bei dem die drei Terrainpunkte im allgemeinen verschiedene Höhe haben, derart zu teilen, daß die Teilungslinie des Dreieckes eine horizontale Gerade durch den einen Terrainpunkt wird. Fig. 29 zeigt das ursprüngliche Terraindreieck $A\,B\,C$ im Auf- und Grundriß und die horizontale Teilungslinie $A\,B_1$; zur weiteren Orientierung des Ballonbildes dient dann das Dreieck $A\,B_1\,C$ Die Teilungslinie muß selbstverständlich auch

in das Bilddreieck $a\,b\,c$ übertragen werden, was am besten und einfachsten nach projektiven Methoden geschieht.

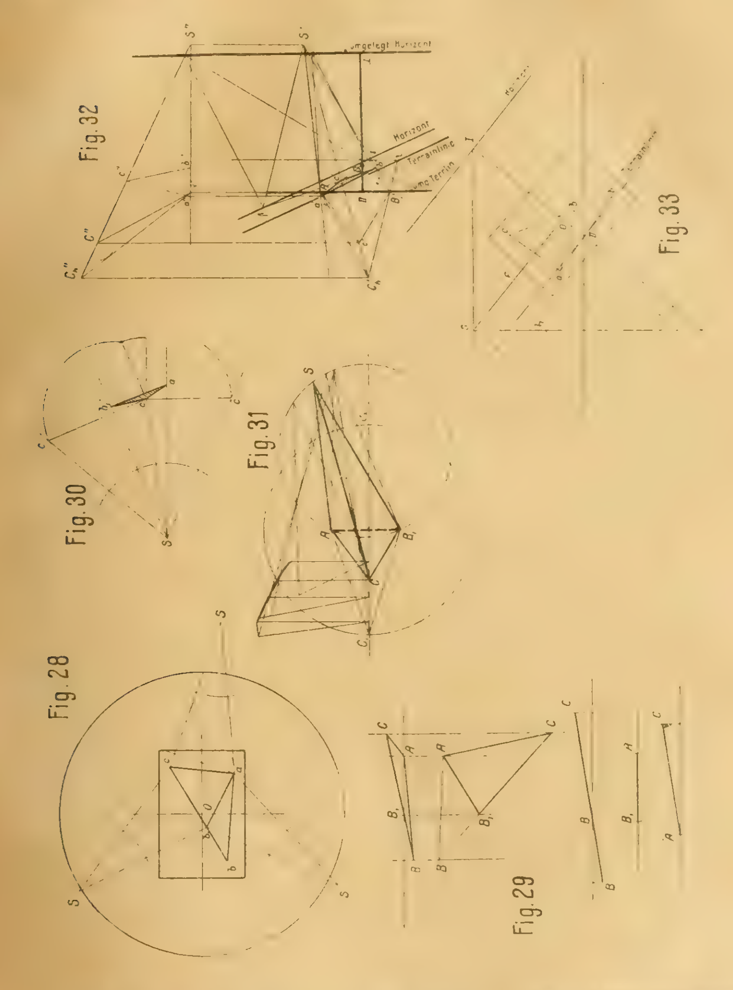


Fig. 28 zeigt das Bilddreieck $a\,b\,c$, die Teilungslinie $a\,b$ und die mit Hilfe des Distanzkreises konstruierten und in die Zeichenfläche umgelegten drei Seitenflächen der Pyramide.

Fig. 30 zeigt diese Pyramide mit der Seitenfläche $a\,b_1\,S$ auf die Zeichenfläche gelegt. Bei der Orientierung dieser Pyramide in bezug auf das Terraindreieck geht Saconney von folgendem Gedankengang aus:

Denkt man sich das Terraindreieck $A\ B_1\ C$ in die Zeichenfläche gelegt und sodann um die Gerade $A\ B_1$ als Achse gedreht, so beschreibt die Spitze des Dreieckes C einen Kreis, der in einer auf der Zeichenebene und der Geraden $A\ B_1$ senkrechten Ebene liegt.

In Fig. 31 ist dieser Kreis in die Zeichenebene umgelegt

Denkt man sich weiter die Pyramide $a\ b_1\ c\ S$ ebenfalls, wie dies Fig. 30 und 31 zeigen, auf die Seitenfläche $a\ b_1\ S$ gelegt, mit den Kanten $S\ a$ und $S\ b_1$ an die Punkte A und B_1 angedrückt und bewegt, so beschreibt bekanntlich die Spitze S einen Kreis, für welchen der Winkel $a\ S\ b_1$ Peripheriewinkel über der Sehne $A\ B_1$ ist.

Bei diesen Bewegungen trifft natürlich die in die Luft hinausragende dritte Kante der Pyramide $S\ c$ die Vertikalebene $C_1\ C_2$, in der der Drehkreis von C liegt, in einer Reihe von Punkten. Der geometrische Ort aller dieser Durchstoßpunkte der Pyramidenkante $S\ c$ mit der Ebene $C_1\ C_2$ für alle möglichen Stellungen der Pyramide ist eine Kurve, die den Drehkreis von C viermal schneidet.

Die vier Schnittpunkte sind Lösungen der gestellten Aufgabe und ist es in der Regel nicht schwer, zu beurteilen, welcher von den vier Fällen den Tatsachen wirklich entspricht. Fig. 31 zeigt die konstruktive Ermittlung eines solchen Schnittpunktes.

Um den Neigungswinkel und die Verschwenkung des Bildes, sowie die Höhe und Horizontalprojektion des Ballonortes zu ermitteln, sucht sich sodann Sacconney den Bildhorizont und die Terrainlinie. Zur Erläuterung dieser Konstruktion sei es gestattet, auf Fig. 26 zurückzugreifen. Selbe zeigt, daß der Bildhorizont der geometrische Ort aller Fluchtpunkte von horizontalen Geraden ist und sich ergibt, wenn man zu gegebenen Horizontalen die Fluchtstrahlen parallel durch den Augpunkt zieht und mit dem Perspektivbilde der gegebenen Geraden zum Schnitte bringt, während sich die Terrainlinie ergibt, wenn man die in der Natur gegebenen horizontalen Geraden selbst mit ihren Perspektivbildern zum Schnitte bringt und die erhaltenen Schnittpunkte durch eine Gerade verbindet.

Legt man durch den Augpunkt O (Fig. 26) eine Senkrechte $I'\ O\ II$ auf den Horizont und die Terrainlinie, so ergibt sich die Neigung i des Bildes aus der Formel $O\ I = F.\ tan.\ i$,

und die Höhe des Ballonortes im Verjüngungsverhältnis der Karte aus der Formel $h = I\ II.\ cos.\ i$.

Die Verschwenkung α des Bildes ergibt sich aus der Lage des Bildhorizontes zum gegebenen Bilddreieck.

Fig. 32 zeigt, wie Sacconney den Horizont und die Terrainlinie ermittelt und in die Zeichenfläche umlegt, um die Größen $I\ O$ und $I\ II$ zu finden. Er denkt sich vor allem durch die Gerade $A\ B_1$ eine horizontale Ebene gelegt und sucht den Durchstoßpunkt C_h der Pyramidenkante $S\ C$ mit dieser Horizontalebene. Das geschieht, indem man die Höhenkote des Punktes C (siehe Fig. 29 Aufriß) in den Zirkel nimmt und um C'' (siehe Fig. 32 Aufriß) einen Kreis schlägt und von A'' an diesen Kreis eine Tangente zieht. Diese Tangente ist nichts anderes als die vertikale Bildflächespur der durch $A\ B_1$ gelegten Horizontalebene. Die Geraden $C_h\ A$ und $C_h'\ B_1$ sind also horizontale Gerade. Parallele zu denselben durch die Pyramidenspitze S sind deren Fluchtgerade. Bringt man diese Fluchtgeraden mit den perspektivischen Bildern $a\ c$ und $b_1\ c$ zum Schnitt, so findet man die Fluchtpunkte β und γ und aus deren Verbindungsgerade den Bildhorizont. Bringt man die horizontalen Geraden $C_h\ A$ und $C_h\ B_1$ selbst mit ihren Perspektivbildern zum Schnitt, so findet man in den beiden Schnittpunkten ε und η_1 Punkte der Terrainlinie, die man nur geradlinig zu verbinden braucht, um letzteres festzulegen.

Durch Umlegung dieser beiden Geraden in die Zeichenebene, und zwar um $a\ b_1$ als Achse, erhält man endlich den umgelegten Horizont und die umgelegte Terrainlinie und damit die wahren Größen der Distanzen $I\ II$ und $I\ O$.

Fig. 33 zeigt endlich die Verwertung dieser Größen, um die Ballonaufnahme in der üblichen und bereits mehrfach erläuterten Weise zu orientieren.

(Fortsetzung folgt nach Abschluß meiner einschlägigen praktischen Versuche.)

Kleinere Mitteilungen.

Prof. Dr. A. Sprung. Am 16. Januar verschied in seiner Dienstwohnung auf dem Telegraphenberge bei Potsdam Prof. Dr. Adolf Sprung, Vorsteher des meteorologisch-magnetischen Observatoriums. Adolf Friedrich Richard Sprung wurde am 5. Juni 1848 zu Kleinow bei Perleberg geboren Er studierte von 1872 bis 1876 in Leipzig Naturwissenschaften und Mathematik und promovierte dort 1876 mit einer Arbeit über „Experimentelle Untersuchung über Flüssigkeitsreibung bei Salzlösungen" zum Doktor der Philosophie. Durch seinen Eintritt in die Hamburger Seewarte am 20. August 1876, zunächst als Praktikant, wandte er sich dem Fach der Meteorologie zu, auf dem er in der Folgezeit so vielseitig und hervorragend tätig war. Am 1. November 1880 wurde er an dieser Anstalt zum etatsmäßigen Assistenten ernannt. Eine Anzahl sehr gediegener Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten seiner Wissenschaft verschaffte seinem Namen einen guten Klang. Am 1. April 1886 berief ihn das preußische Kultusministerium als wissenschaftlichen Oberbeamten in das königl. preußische Meteorologische Institut. Diese Anstalt betraute ihn am 1. April 1892 mit der Leitung des neuerrichteten Observatoriums auf dem Telegraphenberge bei Potsdam, an dessen Einrichtung und Ausgestaltung er hervorragenden Anteil hat.

Seine wissenschaftliche Bedeutung liegt hauptsächlich auf instrumentellem und theoretischem Gebiete. Die messende Meteorologie verdankt ihm eine Anzahl sehr sinnreicher Apparate. Besonders sein Wagebarograph, mit dem er ein ganz neues Meßprinzip einführte, fand allgemeine Anerkennung und sehr weite Verbreitung. Ferner mögen noch Registrierapparate für Regen und Wind erwähnt werden, die vielfach Verwendung gefunden haben und sich bestens bewähren.

Auch ein Wolkenautomat zum Studium der Höhe und Geschwindigkeit der Wolken nach photogrammetrischen Methoden ist von ihm ersonnen und leistet dem Observatorium schon jahrelang ausgezeichnete Dienste.

Neben dieser sehr fruchtbaren Tätigkeit auf instrumentellem Gebiete, der er mit besonderer Vorliebe nachging, arbeitete er eifrig und erfolgreich an dem Ausbaue der Theorie seiner Wissenschaft. Hier bevorzugte er besonders die Probleme der dynamischen Meteorologie, zu deren Lösung er viele wertvolle Beiträge beisteuerte. Außerdem ist er als Verfasser eines ausgezeichneten Lehrbuches der Meteorologie, das er im Auftrage der Direktion der „Deutschen Seewarte" schrieb, rühmlichst bekannt geworden. In diesem Lehrbuche behandelte er die Meteorologie in ganz modernem Sinne als Physik der Atmosphäre, wozu ihn seine mathematische Begabung und physikalische Schulung befähigte. Mit diesem Werk, das 1885 erschien, füllte er damals eine schwer empfundene Lücke aus. Das Buch ist lange Zeit führend gewesen und gehört auch jetzt noch trotz seines Alters zu den besten Lehrbüchern der Meteorologie. Durch den Tod Adolf Sprungs hat das Meteorologische Institut ein langjähriges, eminent fähiges Mitglied, die meteorologische Wissenschaft einen ausgezeichneten Forscher verloren. Mit ihm ist eine Persönlichkeit von ausgesprochener Eigenart heimgegangen. Als Mensch und Gelehrter wird er allen unvergessen bleiben, denen es vergönnt war, ihm näher zu treten.

Die Publikationen Sprungs, welche mit der meteorologischen Photographie und Photogrammetrie sich befassen, sind die folgenden:

1. „Über die Belichtung bei Wolkenaufnahmen" in „Photographische Mitteilungen", Jahrgang XXIX, 1891.
2. „Die photographisch-meteorologische Kommission der deutschen Gesellschaft von Freunden der Photographie" in „Photographische Mitteilungen", Jahrgang XXIX, 1891.
3. „Zur meteorologischen Photogrammetrie" in „Meteorologische Zeitschrift" 1892.

4. „Proposition pour simplifier l'exécution des photographies simultanées des nuages" in „Rapports du Comité météorologique international", Réunion d'Upsal 1894.

5. „Sur un appareil automatique pour la mesure photogrammétrique des nuages" in „Congrès international du Météorologie de 1900".

6. „Über die allgemeinen Formeln der Photogrammetrie" in „Meteorologische Zeitschrift".

7. „Über den photogrammetrischen Wolkenautomaten und seine Justierung" in „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1899.

8. „Photographische Aufnahmen des Sonnenring-Phänomens vom 13. März 1902 zu Potsdam" in „Meteorologische Zeitschrift" 1902.

9. „Über die Justierung und Benutzung des photogrammetrischen Wolkenautomaten" in „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1904.

10. „Photographische Aufnahme eines seltenen Wolkengebildes" in „Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre" 1904.

11. „Über die allgemeinen Formeln der Photogrammetrie", Sonderabdruck aus der „Bearbeitung der Ergebnisse des internationalen Wolkenjahres zu Potsdam 1896/97". 1903.

Geheimer Baurat Prof. Dr. A. Meydenbauer. Ehren-Doktor-Ingenieur. Dem Geheimen Baurate im preußischen Kultusministerium, Prof. Dr. phil. Albrecht Meydenbauer, Vorsteher der königl. preußischen Meßbildanstalt in Berlin, der als Erster in Deutschland mit der Photogrammetrie sich befaßte, die Architekturphotogrammetrie zum Ansehen brachte und dadurch das Studium der Architektur und der Kunstgeschichte förderte, ist von der Technischen Hochschule zu Hannover die akademische Würde eines Ehren-Doktor-Ingenieurs verliehen worden.

Geheimrat Meydenbauer faßte im Jahre 1858 infolge überstandener Absturzgefahr am Dome in Wetzlar den Plan, die schwierige und gefahrvolle Aufmessung von Bauwerken durch die Photographie zu bewirken. Nach 27jähriger Arbeit an dieser Aufgabe wurde er 1885 nach Berlin berufen und gründete dort die königl. Meßbildanstalt und das preußische Denkmälerarchiv. Von den Bauwerken sind viele, z. B. der Münsterbau in Freiburg i. Br., die Dome zu Meißen, Bamberg, Erfurt, das Ruinenfeld bei Baalbeck, die Hagia Sophia in Konstantinopel in bisher unerreichter Genauigkeit aufgenommen.

Meydenbauer stammt aus Tholey im Regierungsbezirk Trier und steht im 75. Lebensjahre.

Ausstellung von Architekturphotogrammen im Prager Kunstgewerbe-Museum. In den Räumen des Prager Kunstgewerbe-Museums war im Monate Januar dieses Jahres eine Sammlung von prächtigen Architekturphotographien zu sehen, welche die königl. preußische Meßbildanstalt in Berlin zur Exposition gebracht hat. Der gegenwärtige Vorstandstellvertreter der genannten Anstalt Architekt v. Lüpke bemüht sich redlich, die Produkte des preußischen Denkmalarchives auch über den Grenzen des Deutschen Reiches bekannt zu machen.

Auf vier Tafeln wurde die „Meßbildauftragung des Domes zu Meißen" dem Beschauer vorgeführt, welche Tafeln das erste Verständnis für das photogrammetrische Verfahren zu wecken imstande sind.

Herrliche Großbilder, sowie Meßbilder, verschiedene Risse zeigten, was die Meßbildanstalt für die Aufnahme von Baudenkmälern zu leisten vermag und welch eminente Vorteile sie für kunsthistorische und kulturhistorische Zwecke besitzen könne, wenn das Denkmälerarchiv rationell die Inventarisierung des Baudenkmälerbestandes besorgt.

„Die Photogrammetrie im Dienste der militärischen Landesaufnahme." Unter diesem Titel hat k. u. k. Oberleutnant des Militärgeographischen Institutes in Wien E. v. Orel im „Wiener Photoklub" am 25. Januar d. J. einen äußerst beifällig aufgenommenen Vortrag gehalten. An der Hand zahlreicher Lichtbilder zeigte der Vortragende, daß innerhalb weniger Jahre diese Wissenschaft einen

ganz hervorragenden Rang errungen hat und heute bereits eine vielseitige praktische Verwertung in erster Linie bei der Terrainaufnahme findet.

Bekanntlich ist das ganze Verfahren auf dem Prinzip des plastischen Sehens aufgebaut. Zwei — von Punkten, deren Abstand bekannt ist — aufgenommene perspektivische Bilder desselben Gegenstandes vereinigen sich, durch ein Stereoskop betrachtet, zu einem mehr oder weniger überplastischen Bilde, je nach der Entfernung der beiden Aufnahmepunkte voneinander, d. h., wir sehen den Gegenstand noch plastischer als in der Natur, da unsere Augen gleichsam mit Gewalt auseinandergerückt werden. Mittels des „Stereokomparators" kann nun die „stereoskopische Parallaxe", die „Ordinate" und die „Abszisse" eines jeden Punktes der Aufnahme ermittelt werden, während Brennweite und Objektivdistanz von Haus aus bekannt sind. Auf Grund dieser Elemente mußten nun bis jetzt die Lage und Höhe des gesuchten Punktes durch Rechnung bestimmt werden. Begreiflicherweise war das eine sehr umständliche Operation, die viel Zeit und Aufmerksamkeit erforderte und gar manche Fehlerquelle in sich barg; man beschränkte sich daher auf die Bestimmung sehr markanter Punkte, wie Felsspitzen, Felsfüße, Gletscherränder u. dgl. und machte von der Photogrammetrie nur in ungangbarem Gebiete Gebrauch.

Nun ist es Oberleutnant v. Orel gelungen, einen „Autostereograph" zu konstruieren, durch den diese Schwierigkeiten mit einem Schlage beseitigt wurden. Dieser mit dem Stereokomparator verbundene Apparat gibt automatisch die Lage des zu bestimmenden Punktes direkt auf der Zeichnung an, während gleichzeitig die Höhe auf einem angegliederten, rechenschieberartigen Instrument ersichtlich gemacht wird. Der Apparat arbeitet mit erstaunlicher Genauigkeit; die früher infolge der vielen Rechnungsoperationen häufigen Fehler sind jetzt ganz ausgeschlossen und vor allem anderen erfolgt die Bestimmung der Punkte ungemein rasch. Aber noch nicht genug an dem. Stellt man den Autostereograph so, daß die Höhe fix bleibt, so ist man imstande, auf dem Bilde und gleichzeitig auf dem Plane alle Punkte gleicher Höhe festzustellen, also: ein automatisches und geometrisch richtiges Schichtenlegen durchzuführen. Die praktische Anwendung dieses neuen Systems wurde mit der Aufnahme des Ortler demonstriert. Oberleutnant v. Orel zeigte eine Ansicht des in 100 *m*-Schichten gelegten Ortler und einen mit seinem Apparate automatisch konstruierten Schichtenplan.

Von besonderem Wert ist, daß die Stereophotogrammetrie nunmehr nicht allein auf die verfelsten oder vereisten Partien des Hochgebirges beschränkt bleibt, sondern fast in jedem auch nur mäßig gebirgigen Terrain angewendet werden kann, wenn entsprechende Aufnahmestandpunkte vorhanden sind. Es besteht z. B. die Absicht, die Umgebung Merans auf diese Weise aufzunehmen. Die Arbeit des Mappeurs vereinfacht sich dadurch sehr, denn er kann in günstigen Fällen schon ein halbfertiges, in Schichten gelegtes und skizziertes Aufnahmeblatt zur Feldarbeit mitbekommen. Die weitere Folge davon ist ein großer Zeitgewinn und die Möglichkeit, die Neuaufnahme der Monarchie in viel rascherem Tempo als bisher durchzuführen. Dies ist nicht genug zu begrüßen, denn die Anforderungen, die man heute an eine Karte stellt, sind groß und die alten Aufnahmen entsprechen diesen schon lange nicht mehr. Es ist daher um so erfreulicher, daß gerade unser militärgeographisches Institut in so bahnbrechender Weise auf diesem Gebiete wirkt und damit alle ähnlichen Institute weit überholt hat.

Oberleutnant v. Orel zeigte auch noch andere praktische Verwertungen des neuen Verfahrens, so eine Waldbestandaufnahme, anthropologische Messungen, Distanzbestimmung eines Geschoßaufschlages im Meere, endlich eine Aufnahme des Mondes und beschloß seine höchst interessanten Ausführungen mit der Perspektive, daß das vornehmste Gebiet der Stereophotogrammetrie die Astronomie werden dürfte, denn sie ermöglicht es, in ganz enorme Tiefen des Weltalls einzudringen und so fast der Unendlichkeit selbst an den Leib zu rücken.

„Über die Praxis der Stereophotogrammetrie", Vortrag des k. u. k. Oberleutnant E. v. Orel. Am 19. Februar d. J. wurde im „Deutschen polytechnischen Vereine in Böhmen" zu Prag von k. u. k. Oberleutnant E. v. Orel der angeführte Vortrag gehalten, dessen kurze Inhaltsangabe folgt:

Nach einleitenden Betrachtungen über die Photogrammetrie überhaupt wurde der Normalfall der stereophotogrammetrischen Terrainaufnahme behandelt. Hierbei werden von den Endpunkten einer Basis, deren Länge mindestens $1/20$ der größten aufzunehmenden Entfernung betragen soll, photographische Aufnahmen mit einem Phototheodolithen gemacht, wobei die optische Achse der Kamera in beiden Standpunkten normal zur Basis steht und mithin das Plattenpaar in ein und dieselbe Ebene zu liegen kommt. Andere Fälle wurden gestreift. Die Bildausmessung mittels des im neuesten Modell vorgeführten Dr. Pulfrichschen Stereokomparators liefert die Ordinaten des linken Bildpunktes und die stereoskopische Parallaxe, welche Daten zur Lagebestimmung des jeweilig pointierten Punktes genügen. Im weiteren wurde das Prinzip des vom Vortragenden erfundenen Autostereographen erläutert, der eine organische Ergänzung des Pulfrichschen Komparators und eigentlich dessen Vollendung bedeutet. Mit seiner Hilfe ist nunmehr der automatische Charakter des ganzen Meßverfahrens in voller Reinheit erreicht. Besonderes Interesse erweckte der Schichtenplan der Ortlergruppe, der die Vorteile der Methode im Hochgebirge zeigte, wo alle bisher bekannten Methoden versagten. Eine Aufnahme im hügeligen Terrain gab zu einem Vergleiche mit der amtlichen Katastralaufnahme Anlaß. Von den anderen Anwendungen des stereophotogrammetrischen Prinzips verdiente besonders hervorgehoben zu werden die Portéebestimmung auf dem Marineschießplatz in Pola, ferner die in der deutschen Armee eingeführte Raketen- und Brieftaubenphotographie. Der Redner beschloß seine sehr interessanten und in höchst anregender und formvollendeter Weise vorgebrachten Ausführungen mit einem Hinweise auf die Bedeutung des Verfahrens für die Erforschung des Weltraumes, wobei die sehr gelungenen Mondprofilaufnahmen Dr. Pulfrichs in Wort und Bild dargestellt wurden.

Das besondere Interesse der zahlreichen Zuhörerschaft hielt dieselbe unter Besichtigung der prachtvollen Bilder und der Instrumente noch lange nach dem Vortrage zurück, wobei Herr Oberleutnant v. Orel in liebenswürdigster Weise Aufschlüsse erteilte. Dem Vortragenden wurde unter lebhaftestem Beifall der besondere Dank des Vereines ausgesprochen.

Das internationale Institut für Techno-Bibliographie. Im Vereinshause des „Vereines deutscher Ingenieure" zu Berlin ist im Dezember des verflossenen Jahres ein neues Unternehmen gegründet worden, das für die deutsche Technik und Industrie die größte Bedeutung zu erlangen verspricht: das Internationale Institut für Techno-Bibliographie.

Der Grundgedanke des neuen Institutes ist der folgende:

Bei dem außerordentlichen Umfange der internationalen technischen Bücher- und Zeitschriftenliteratur ist es dem einzelnen Ingenieur und Fabriksbesitzer gar nicht mehr möglich, sich selbst ohne allzu großen Arbeitsaufwand über die ihn interessierenden Neuerscheinungen zu unterrichten und damit den Fortschritten der Technik schnell zu folgen. Diesem Übelstande hat man in mehrfacher Weise abzuhelfen gesucht. Die Fachzeitschriften geben für ihre Leser Zeitschriftenschauen und Bücherzusammenstellungen heraus und eine Reihe von Verbänden veröffentlichen über die Fortschritte auf ihren Sondergebieten vierteljährlich oder jährlich besondere Berichte. Eine der größten techno-bibliographischen Zusammenstellungen wurde bisher im kaiserlichen Patentamte bearbeitet und alljährlich als Repertorium der technischen Journalliteratur herausgegeben. Der für die Praxis besonders fühlbare Mangel dieser Veröffentlichung besteht darin, daß sie zunächst nur alljährlich herausgegeben wird und dann noch mit 9 bis 10 Monaten Verspätung, so daß sie für die Belehrung über die eigentlichen Neuerscheinungen kaum in Frage kommt.

Das neue Unternehmen will nun alle diese Bestrebungen in großzügiger Weise zusammenfassen An die Stelle vierteljährlicher und jährlicher Berichte sollen monatliche Berichte treten, die alljährlich in Jahrbücher zusammengefaßt werden. Darüber hinaus soll aber auch die Beschaffung des literarischen Materials selbst organisiert werden.

Man sagt mit Recht, daß Forschern und Ingenieuren nicht damit gedient ist, wenn sie erfahren, daß in einer ihnen vielleicht gänzlich unbekannten und jedenfalls nicht ohne weiteres zugänglichen ausländischen Zeitschrift eine für sie sehr wichtige Arbeit erschienen ist. Deshalb trifft das neue Institut die Einrichtung, daß man sich Auskünfte einholen kann. Diese Auskunftsstelle soll drei Arten von Auskünften geben: 1. einfache Titelangaben mit ganz kurzen Auszügen aus dem Inhalte der Arbeit, 2. ausführlichere Auskünfte, 3. die Originale selbst (Lieferung von Ausschnitten, Zeichnungen, Broschüren und Büchern).

Internationaler Kongreß für angewandte Photographie, Dresden, Juli 1909. Die Photographie hat auf den verschiedensten Gebieten der Wissenschaft, der Technik und des Verkehres ausgedehnte, stetig zunehmende Verwendung gefunden. Die Anwendungen der Photographie bilden heute ein Wissensgebiet von außerordentlichem Umfange, das weitgehend in Sondergebiete gegliedert ist. Dieser Umstand, welcher auch in der Zersplitterung der photographischen Literatur zum Ausdrucke kommt, macht es wünschenswert, rechtzeitig für eine genügende fruchtbare Wechselwirkung der verschiedenen Spezialgebiete zu sorgen.

Die im Jahre 1909 in Dresden stattfindende Internationale Photographische Ausstellung, welche die Leistungen der Einzelgebiete zusammenfaßt, bietet eine willkommene Gelegenheit, obigen Gedanken durch einen Internationalen Kongreß für angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik wirksam zu fördern. Der Kongreß wird seinem Zwecke auf mehrfache Weise dienen:

Namhafte Vertreter der an der Anwendung der Photographie beteiligten Wissenschaften werden zusammenfassende Vorträge über das auf den einzelnen Gebieten bereits Erreichte und noch zu Erstrebende halten. Derartige streng wissenschaftliche und doch auch einem größeren Hörerkreis verständliche Vorträge mit Vorführungen werden geeignet sein, nicht bloß dem Einzelnen den Ausblick auf das gesamte Wissensgebiet zu erleichtern, sie werden auch weite Kreise wissenschaftlich anziehen, Amateure zu nutzbringender Arbeit ermuntern und den wissenschaftlichen Nachbar- und Grenzgebieten, sowie der photographischen Technik wertvolle Arbeitsdirektiven geben können.

Als Themata für diese zusammenfassenden Vorträge sind ins Auge gefaßt etwa:

Anwendung der Photographie in: Astronomie, Mineralogie und Geologie; Botanik, Zoologie und Anthropologie; Anatomie, Physiologie und Histologie; Pathologie, Bakteriologie und Hygiene; Chemie, Physik und Meteorologie; Geodäsie, Ingenieurwissenschaft, Technik und Architektur; Altertums-, Museumskunde und Diplomatik; Sprachwissenschaft, Staatsverwaltung, gerichtlicher Praxis, Reproduktionstechnik, bildenden Künsten, Kriegstechnik und Presse.

Neben den Problemen der angewandten Photographie werden auch solche der reinen Photographie in zusammenfassenden Vorträgen behandelt werden als etwa:

Photographische Optik, Stereoskopie, binokulares Sehen, Grundlagen der Farbenlehre mit ihren Anwendungen auf die Theorie der Farbenphotographie, Sensitometrie: Dichtemessung, Sensitometrie orthochromatischer Platten u. a. m.

Der Kongreß wird ferner sämtlichen Fachgenossen der verschiedenen Wissenszweige Gelegenheit zu einem persönlichen Gedankenaustausche geben Ein solcher Gedankenaustausch wird wegen der Vielfältigkeit der Materien und wegen des großen Kreises verschiedenartiger Interessen, die bei Gelegenheit des Kongresses zu Worte kommen werden, an sich viel Anziehendes bieten. Sein Wert wird in den fruchtbaren Anregungen liegen, welche die photographische Wissenschaft und Technik von ihm zu gewärtigen haben.

Der Kongreß wird es ermöglichen, im Interesse der praktischen Photographie in eine Diskussion über einheitliche photographische Nomenklatur, einheitliche Bezeichnung der Plattenempfindlichkeit, der Blenden und ähnliches einzutreten und gegebenenfalls gewisse Festsetzungen zu treffen. Er wird endlich Gelegenheit bieten, sich über die etwaige Gründung einer oder mehrerer Auskunftsstellen für Photographie auszusprechen. Der Zweck solcher Auskunftsstellen wäre in erster Linie, die Benutzung des auf photographischem Gebiete Geleisteten zu erleichtern durch Literaturnachweis, Katalogisierung von Veröffentlichungen u. a. m.

Die Aufforderung zum Besuche der geplanten Versammlung wendet sich, wie aus dem obigen Programm zu ersehen ist, an weiteste Kreise. Die Leitung der vorbereitenden Arbeiten zum Kongreß liegt in den Händen eines in Dresden zusammengetretenen Arbeitsausschusses, dessen Schriftführer, Dr. H. Weisz, Dresden, Winckelmannstraße 27, in allen auf den Kongreß bezüglichen Angelegenheiten Auskunft erteilt.

Für die Tagung ist im engen Anschluß an den Internationalen Photographentag (7. bis 10. Juli) die Zeit vom 11. bis 15. Juli d. J. in Aussicht genommen.

Die gleichberechtigten Verkehrssprachen der Versammlung sind Deutsch, Englisch, Französisch.

Der Mitgliedsbeitrag wurde auf Mk. 20.— festgesetzt.

Der Verkehrsausschuß der Internationalen Photographischen Ausstellung hat dem Kongreß seine Dienste (Wohnungsnachweis, Reiseerleichterung usw.) zur Verfügung gestellt.

Zuschriften in Angelegenheiten des Kongresses werden erbeten an Dr. H. Weisz, Dresden, Winckelmannstraße 27.

Literaturbericht.

Phototopographie nach ihrem gegenwärtigen Stande in drei Bänden von R. Thiele in Moskau, herausgegeben bei K. L. Rücker in St. Petersburg, Newski Prospekt Nr. 14, 1908 bis 1909 (in russischer Sprache).

Staatsrat Ingenieur R. Thiele ist in der photogrammetrischen Literatur auch außerhalb seines Vaterlandes sehr wohl bekannt; aus seiner Feder stammen eine größere Anzahl von verdienstvollen Beiträgen für die photographische Meßkunst, die bekunden, daß Thiele es verstanden hat, die Photogrammetrie in seinem Vaterlande zu Ehren und zum Ansehen zu bringen, indem er durch seine praktischen Arbeiten die erfolgreiche Anwendung der Photogrammetrie in schwierigen Fällen demonstrierte.

Thieles Werk ist die umfangreichste Publikation über photographische Meßkunst in russischer Sprache; es umfaßt drei Bände, welche die große Materie ausführlich behandeln, und zwar

I. Band: Phototopographie und Photogrammetrie für gerichtliche Zwecke;
II. Band: Stereophotogrammetrie und
III. Band: Phototopographische Aufnahme aus dem Luftballon.

Das Werk ist dem Andenken des verstorbenen Altmeisters der Photogrammetrie A. Laussedat gewidmet; das Widmungsblatt trägt die Abbildungen der Avers- und Reversseite einer wohlgelungenen Plaquette, welches gelegentlich der goldenen Hochzeit des Obersten A. Laussedat im Jahre 1898 geprägt wurde, und außerdem lesen wir die Widmungsworte in französicher Sprache:

Dédié
à la mémoire glorieuse
de mon illustre maître et ami
Aimé Laussedat.

Der erste Band, der

Phototopographie und Photogrammetrie für gerichtliche Zwecke

umfaßt, ist 222 Seiten stark; 116 Figuren unterstützen die textlichen Erklärungen und auf zwei großen Tafeln werden in entsprechender Verjüngung ausgeführte phototopographische Aufnahmen des Staatsrates Thiele vorgeführt.

Auf dem ersten Blatte des Bandes vor dem Titelblatte finden wir die Abbildungen der Hauptvertreter und Förderer der photographischen Meßkunst: vor allen das schöne Bild des Obersten Aimé Laussedat, das aus seinen letzten Lebensjahren stammt, ferner die Reproduktionen von Paganini, dem verdienstvollen Phototopographen Italiens, General Baron A. Hübl (als Oberst photographiert), dem unermüdlichen Förderer der photographischen Meßkunst im k. u. k. militärgeographischen Institute in Wien, dem genialen General-Surveyer von Canada E. Deville, dem geistreichen deutschen Mathematiker und photogrammetrischen Forscher Dr. S. Finsterwalder und dem Schöpfer der Stereophotogrammetrie Dr. C. Pulfrich des Karl Zeiß-Werkes in Jena.

Im Vorworte schildert Thiele, wie die ersten photogrammetrischen Arbeiten in Rußland entstanden sind, bespricht in schwungvollen Worten die Arbeiten von Laussedat, Paganini, Deville, Baron Hübl, Finsterwalder, Koppe, und Meydenbauer, geht auf die Stereophotogrammetrie über, deren große Bedeutung für verschiedene Aufnahmezwecke Dr. Pulfrich zu danken ist. Thiele stellt den Plan seines Werkes auf und gibt die erwähnte Gliederung des Stoffes in drei Bände, welche die Phototopographie und gerichtliche Photogrammetrie, die Stereophotogrammetrie und die Ballonphotogrammetrie zum Gegenstande haben werden.

Die große Materie des ersten Bandes wird in zehn Abschnitten vorgeführt.

Im ersten Abschnitte (Seite 5 bis 13) wird die Aufgabe der Phototopographie präzisiert und die Gründe zu ihrer Verbreitung objektiv besprochen. Von den ersten Arbeiten der Franzosen ausgehend, werden die phototopographischen Aufnahmen des militärgeographischen Institutes in Florenz, welche frühzeitig P. Paganini inauguriert hat, geschildert, die äußerst überraschenden Resultate der phototopographischen Vermessung durch die canadischen Topographen in Amerika, insbesondere Deville behandelt, dann die Bemühungen Österreichs, die Photographie in den Dienst der Militärmappierung zu stellen, gewürdigt; hierbei wird der verdienstvollen Tätigkeit des seinerzeitigen Obersten, jetzt Generals der Infanterie, v. Rummer, des ehemaligen Direktors des k. u. k. militärgeographischen Institutes in Wien, Reichsritter Chr. v. Steeb sowie des damaligen Obersten, gegenwärtig Generalmajors, Baron A. v. Hübl gedacht.

Von großem Interesse ist die Schilderung über die Entwicklung der Phototopographie in Rußland, aus welcher wir in dieser Richtung eine zusammenhängende Darstellung von einem genauen Kenner der Verhältnisse erhalten.

Nachdem Thiele einen Vergleich zwischen der phototopographischen Methode und der topographischen Aufnahme mit dem Meßtische gemacht hat, bespricht er in streng objektiver Weise alle Gründe, die pro und contra über Phototopographie sprechen.

Nach einer Würdigung der kombinierten phototopographischen Aufnahme mit dem Phototheodolite und dem Meßtische, wie sie in den militärgeographischen Instituten in Florenz und Wien mit Vorteil im Gebrauche steht, geht Thiele auf die Gründe ein, die ihn bestimmen, die Phototopographie in eine höhere und niedere zu gliedern.

Der zweite Abschnitt (Seite 14 bis 30) ist den Prinzipien der phototopographischen Methode gewidmet. Die Photographie als genaue mathematische Perspektive wird für Meßzwecke adjustiert und ihre Orientierung ermöglicht; es wird gezeigt, wie aus den Photogrammen auf Grund von gewissen Abmessungen und mit Hilfe gegebener Größen der photogrammetrischen Kamera Horizontal- und

Vertikalwinkel sowohl durch Rechnung als durch Konstruktion erhalten werden können; dies wird bei vertikaler und geneigter Lage des Photogrammes erörtert.

Thiele geht auf den Einfluß näher ein, den Zerrungen des Papierpositives auf die ermittelten Winkel üben können und es werden die Mittel besprochen, wie diesen Fehlern gesteuert wird.

Die interessante Methode Finsterwalders, wie die Photogrammetrie bei flüchtigen Aufnahmen zu verwenden ist, fand in dem Werke Thieles eine eingehende Behandlung.

Nun geht Thiele zu den phototopographischen Apparaten über. Der Hauptbestandteil derselben, das Objektiv, wird in Kürze vorgeführt und die Wirkung der Blende erörtert. Der Bestimmung der Bilddistanz ist ein breiterer Raum gewidmet und es wird gezeigt, wie diese wichtige Kameradimension sowohl durch Rechnung als auf empirischem Wege mit erwünschter Schärfe erhalten werden kann.

Thiele teilt die photogrammetrischen Instrumente ein:

1. Photogrammeter,
2. Phototheodolite und
3. Panoramen-Apparate.

Zur ersten Gruppe zählt er die Kamera von Javary, die Apparate, mit welchen Dr. Le Bon seine archäologischen Aufnahmen in Indien, Fürst Golitzin im Jahre 1896 auf Novaja Zemlja seine phototopographischen Aufnahmen ausgeführt hat, die Apparate von Vogel und Doergens, jene von Meydenbauer, Finsterwalder und Paganinis Modell aus dem Jahre 1897, ferner die Apparate von Ducretet und Lejeune in Paris, Hafferl und Maurer, Professor Steiner, Lechner und Svedek. Auch den photogrammetrischen Apparat, den Paganini anfangs der Neunzigerjahre für Aufnahmen der Küstenlinien vom Schiffe aus konstruiert hat, und der im Jahre 1894 in der italienischen Zeitschrift „Rivista Marittima" veröffentlicht wurde, zählt Thiele in diese Gruppe.

Für Phototheodolite findet man in dem Werke des Staatsrates Thiele die folgende Einteilung:

1. Apparate mit zentrischem und exzentrischem Fernrohre,
2. Apparate mit exzentrischem Fernrohre,
3. Apparate mit zentrischem Fernrohre und
4. kombinierte Apparate.

In der ersten Gruppe wird als Vertreter eine der ersten Konstruktionen eines Phototheodolit von Pollack gewählt, der von der Wiener Firma Lechner-Müller ausgeführt wurde und zu den ersten Instrumenten zählt, die in Österreich ausgeführt worden sind.

Zu den photogrammetrischen Instrumenten mit exzentrischem Fernrohre zählt Thiele die topographische Kamera von Laussedat, den ersten photogrammetrischen Apparat, der schon im Jahre 1858 vom Pariser Mechaniker Brunner ausgeführt wurde; dann die Konstruktion eines Phototheodolites von Laussedat, den das mathematisch-mechanische Institut von Ducretet in Paris verfertigt hat, sowie die Phototheodolite:

a) von Paganini, hergestellt im mechanischen Institute Galilei in Florenz,

b) von Koppe, stammend aus der mathematisch-mechanischen Werkstätte von Randhagen in Hannover,

c) von Bridges-Lee, eine interessante englische Konstruktion,

d) von Hartl, der bei der Landesaufnahme von Griechenland zur Verwendung kam und in der Wiener mathematischen Werkstätte Starke & Kammerer ausgeführt wurde,

e) von Breithaupt, der vornehmlich für Forschungsreisende gebaut wurde, und

f) von Baron Hübl, im mathematisch-mechanischen Institut von Rudolf und August Rost in Wien gemacht, der bei phototopographischen Aufnahmen im k. u. k. militärgeographischen Institute in Wien offiziell verwendet wird.

Zu den Vertretern der Apparate mit zentrischem Fernrohre rechnet Thiele: den Phototheodolit von Paganini, Modell Nr. 2, jenen von Pollack, gleichfalls Modell Nr. 2, den Universal-Phototheodolit von Professor Schell und den Phototheodolit von Starke & Kammerer in Wien.

Zu den kombinierten photogrammetrischen Apparaten, welche als reine geodätische Instrumente und nach Entfernung des Oberteiles und Einsetzen einer Kamera als photogrammetrische Instrumente funktionieren, werden gezählt:

1. die Devillesche Kamera, welche bei den ausgedehnten phototopographischen Arbeiten in Canada und den Vereinigten Staaten mit großem Erfolge verwendet worden ist,

2. der Phototheodolit von Laussedat, von Ducretet und Leujeune in Paris ausgeführt, der gestattet, die Kamera auf die Albidadenträger aufzusetzen.

3. der Phototheodolit vom Berliner Mechaniker Ney, einer der ersten Apparate dieser Kategorie, und

4. der Phototheodolit von O. Günther in Braunschweig, der auch zu einem topographischen, kleinen Meßtische umgestaltet werden kann.

Unter den Panoramen-Apparaten finden wir:

a) den photographischen Meßtisch von Chevalier,

b) den Perigraphen vom Obersten Mangin,

c) den Zylindrographen vom Obersten Moëssard und

d) den Zyklograph von Demoizeau.

Nun wird in Kürze auf die Prüfung des photogrammetrischen Apparates eingegangen und mit Recht darauf hingewiesen, daß jede Instrument-Konstruktion den ihr eigentümlichen Rektifikationsvorgang erfordert.

Über den Vorgang bei Aufstellung eines photogrammetrischen Instrumentes werden allgemeine Angaben gemacht.

Recht ausführlich ist das Kapitel über die „Photographische Technik" gehalten, worin über die Exposition, die Entwicklung, das Kopieren usw. sehr wertvolle Ausführungen sich befinden.

Das fünfte Kapitel beschäftigt sich mit den photographischen Feldarbeiten, worin Thiele die für eine photogrammetrische Aufnahme erforderlichen geodätischen Vorarbeiten: Rekognoszierung, Anlage eines Triangulierungsnetzes, die Triangulierung usw. bespricht und dann auf die eigentliche photographische Aufnahme übergeht, deren Ausführung er in ausgezeichneter Weise schildert; basiert doch diese Beschreibung auf eigenen und reichen Erfahrungen des Autors.

Die photographischen Hausarbeiten werden in dem folgenden sechsten Kapitel geschildert; auch da zeigt es sich überall, daß der Verfasser aus eigenen Erfahrungen schöpft. Der Hauck sche Satz, der zur Feststellung der korrespondierenden Punkte auf zwei Photogrammen dient, sowie die Bestimmung der Situation eines ebenen Objektes mit Hilfe eines Quadratnetzes findet eine ausführliche Behandlung.

Nun werden im siebenten Kapitel die Hilfsmittel der Rekonstruktion besprochen; so die Apparate, welche von Paganini für eine leichtere Bestimmung der Situation und Höhe angegeben worden sind, weiters die bequeme Vorrichtung zur Höhenbestimmung von Hauptmann Kratky und verschiedene Hilfsmittel, deren sich Deville in Canada mit Erfolg bedient hat.

Im achten Kapitel beschäftigt sich Staatsrat Thiele mit der Genauigkeit phototopographischer Aufnahmen; er geht wohl auf eine mathematische Behandlung der Frage nicht ein, seine Ausführungen aber befassen sich in klarer Weise mit jenen Ursachen, von welchen die Genauigkeit solcher Aufnahmen abhängt.

Die Anwendungen der photogrammetrischen Methode werden in dem umfangreichen, 61 Seiten umfassenden neunten Kapitel gründlich besprochen und ist die vorzügliche Darstellung geeignet, den Leser über den Nutzen des Verfahrens in verschiedenen Gebieten überzeugend zu belehren.

Bei der Verwendung der Photogrammetrie für Trassierungen schildert der Autor in lebendiger Weise, wie er bei seinen ausgedehnten Arbeiten dieser Richtung vorgegangen ist, bietet seine reichen Erfahrungen dem Leser ehrlich und offen und zeigt auf zwei schönen Tafeln einen Teil seiner erzielten Resultate.

Bei Vorführung der Photogrammetrie für technische Zwecke überhaupt kommt er auf schöne Arbeiten forstlicher Art, die von Wang und Kobsa für Zwecke der Wildbachverbauungen und der Forsteinrichtung Anwendung fanden.

Die Photogrammetrie im Dienste der Hydrographie, der Marine und des Militärs überhaupt wird gebührend gewürdigt.

Eingehender befaßt sich der Verfasser mit der Darstellung der Verwendung der Photogrammetrie für Aufnahmen ebener Objekte aus dem Luftballon, welches Gebiet eine Spezialität Thieles ist. Er gibt die Beschreibung seines Apparates für diese Zwecke, des Panoramographen, gibt das Verfahren bei Ausführung derartiger Aufnahmen, führt sein praktisches Hilfsmittel der Rekonstruktion, das Perspektometer, vor und spricht kurz über die von ihm ausgeführten Arbeiten dieser Art.

Die Auswertung der messenden Photographie für geologische, meteorologische, sowie astronomische Zwecke wird behandelt, woran sich eine ausführlichere Behandlung der Architektur-Photogrammetrie, sowie die Anwendung der photographischen Meßkunst für die Archäologie anschließt. Hierbei werden die Arbeiten von Professor Dr. A. Meydenbauer, dem Vorsteher der königl. Meßbildanstalt zu Berlin, sowie jene des französischen Archäologen Dr. Le Bon eingehend besprochen.

Die Photogrammetrie für geographische Ortsbestimmungen, sowie im Dienste des Forschungsreisenden bildet den Schluß dieses interessanten und lehrreichen Kapitels.

Im letzten, zehnten Kapitel des ersten Bandes wird die „Gerichtliche Photogrammetrie" behandelt, welche in der Pariser Polizeipräfektur durch den bekannten Forscher Bertillon eingeführt wurde und sich glänzend bewährt.

Für die ausführliche Literaturzusammenstellung, die sich am Ende des Buches befindet und welche, nach Ländern geordnet, die bedeutendsten Arbeiten auf photogrammetrischem Gebiete registriert, werden die Leser dem Autor dieses vorzüglichen Werkes den besten Dank zollen.

Der zweite Band des großangelegten Werkes, der kurze Zeit nach Herausgabe des ersten Bandes noch im Jahre 1908 folgte, behandelt

Die Stereophotogrammetrie.

Es ist dies ein stattlicher Band, der 244 Seiten mit 131 Figuren im Texte und drei Tafeln umfaßt. Bedenkt man, daß dieser neue Zweig der photographischen Meßkunst, welchen wir dem wissenschaftlichen Mitarbeiter des Karl Zeiß-Werkes in Jena, Dr. C. Pulfrich, verdanken und der kaum 10 Jahre der Allgemeinheit bekannt ist, eine eigene Literatur besitzt und seine Lehren einen Band füllen, so wird man seine Bedeutung wohl kaum unterschätzen.

In zwölf Kapiteln führt uns Thiele den reich sich bietenden Stoff vor.

Der Autor beschäftigt sich im ersten Kapitel mit dem stereoskopischen Sehen und mit den Stereoskopen, behandelt dann im zweiten Kapitel die Prinzipien der stereoskopischen Messung, wobei er die Stereo-Telemeter vorführt, und geht dann im dritten Kapitel auf die Prüfung des stereoskopischen Sehens über.

Im vierten Kapitel wird der Stereokomparator eingehend geschildert. Vorerst wird seine Einrichtung genau beschrieben, und zwar wird das erste Modell des Stereokomparators dieser Beschreibung zugrunde gelegt. In klaren Zeichnungen

wird der Strahlengang im Stereokomparator vorgeführt, die verwendeten Mikroskope genau in ihrer Wirkungsweise auseinandergesetzt und dann die Methode der Ausmessung der Bilder in äußerst klarer Weise gegeben.

Selbstredend wird die Einstellung der Mikroskope, die Justierung der Platten, die Ausmessung der Koordinaten des linken Bildes und die Ermittlung der Horizontalparallaxe eingehend und sehr deutlich erläutert.

Die Genauigkeit und die Bestimmung der Koordinaten und der Parallaxe bildet den Schluß dieses interessanten Kapitels.

Das fünfte Kapitel bringt die Prinzipien der Stereophotogrammetrie. Es werden die Bedingungen aufgestellt und begründet, unter welchen zwei in den Endpunkten einer bekannten Basis aufgenommenen photogrammetrischen Bilder im Stereokomparator ausgemessen werden konnen. Weiters geht der Verfasser auf die Aufstellung der Bedingungen, die ein photogrammetrischer Apparat besitzen muß, um für stereophotogrammetrische Zwecke Verwendung zu finden, ein.

Nun wurden die Stereophototheodolite eingehend behandelt, welche Dr. C. Pulfrich angegeben und die im Karl Zeiß-Werke zu Jena ausgeführt worden sind. Es kommen die Phototheodolite für Stereoaufnahmen zur Vorführung, welche für Küstenaufnahmen an Bord eines Schiffes in unveränderlichem Abstande fix montiert werden und die bei der deutschen Kriegsmarine mit so großem Erfolge verwendet worden sind.

Die Apparate zur indirekten Basismessung, die bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit großer Schärfe bekannt sein muß, werden in ihrer Einrichtung genau gegeben und ihre Anwendung gezeigt.

Die Ableitung der Raumkoordinaten eines stereophotogrammetrisch bestimmten Punktes, gestützt auf die bekannte Basis, respektive den Höhenunterschied ihrer Endpunkte, sowie die Bildkoordinaten und die Parallaxen, wird äußerst einfach an der Hand klarer Figuren gemacht und einige interessante Nebenbetrachtungen angestellt.

Das sechste Kapitel, welches der „Praxis der Stereophotogrammetrie" gewidmet ist, nimmt, wie es seine Bedeutung erfordert, einen größeren Raum ein. Es werden vorerst die Feldarbeiten besprochen, wobei auf die Rekognoszierung und die hierbei notwendigen Vorsichten aufmerksam gemacht wird, ferner auf die Wahl der Basis und ihre Aneinanderreihung wohl acht zu nehmen ist, falls größere Terrainstreifen im Zusammenhange ausschließlich auf stereophotogrammetrischem Wege bewältigt werden sollen; die Ausführung der Aufnahme selbst, sowie die Führung des Aufnahmejournales werden genau besprochen.

Eine genaue Schilderung der Laboratoriumsarbeiten bildet den Schluß dieses Kapitels.

Nun kommen im siebenten Kapitel die Hausarbeiten zur Besprechung, die bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen zu erledigen sind. Die Ausmessung der Platten mit dem Stereokomparator und ihre tabellarische Zusammenstellung zwecks späterer Verwendung wird geschildert, weiters wird auf die Lage- und Höhenbestimmung der bestimmten Punkte eingegangen, wobei die angegebenen mechanischen Hilfsmittel zur Erleichterung der einschlägigen Arbeiten in gewünschter Ausführlichkeit geschildert und auch im Bilde vorgeführt werden. Zum Schlusse wird die Genauigkeit stereophotogrammetrischer Aufnahmen abgehandelt.

Das achte Kapitel befaßt sich mit „Neueren stereophotogrammetrischen Theoremen"; darunter sind vom Autor jene theoretischen interessanten Untersuchungen des Prof. K. Fuchs in Preßburg verstanden, welche vom Freiherrn von Hübl in seiner Arbeit: „Beiträge zur Stereophotogrammetrie", veröffentlicht in den Mitteilungen des k. u. k. militärgeographischen Institutes in Wien, XXIV. Band, Wien 1905, aufgenommen worden sind und die für die Stereophotogrammetrie fragelos Bedeutung besitzen.

In dem 71 Seiten umfassenden neunten Kapitel werden die Anwendungen der Stereophotogrammetrie und ausgeführte Arbeiten vorgeführt. Der Autor, d

die photogrammetrische Literatur sehr genau kennt, hat in diesem Kapitel des Buches eine schöne Zusammenstellung aus den Originalarbeiten geboten. Er geht zuerst auf die Anwendung der Stereophotogrammetrie für Ingenieurzwecke ein und stützt sich auf die Erfahrungen und Publikationen des österreichischen Hauptmannes S. Truck; hierauf wird die Stereophotogrammetrie im Dienste der Architektur behandelt, wobei die grundlegende Arbeit des General v. Hübl: „Das stereogrammetrische Vermessen von Architekturen", Wien 1907, herangezogen erscheint und auch die schönen Abbildungen nebst dem ausgeführten Beispiele auf einer Tafel im Texte geboten werden. Die schöne Verwertung der Stereophotogrammetrie für die Bestimmung des Geschoßaufschlages, welche die österreichische Kriegsmarine auf dem Marineschießplatze in Pola im Jahre 1907 zuerst gezeigt hat und die Versuche in der Broschüre des Linienschiffsleutnant F. Neuffer: „Die Portée-Ermittlung bei Schießversuchen gegen die See" in „Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens", Pola 1907, beschrieben sind, hat der Autor aufgenommen, wodurch sein Werk für den Marineur an Interesse gewinnt.

Das stereophotogrammetrische Instrumentarium, sowie eine klare Darstellung der Methoden, deren sich die deutsche Kriegsmarine gelegentlich der Forschungsreise S. M. S. „Planet" bei ihren photogrammetrischen Aufnahmen von Küsten und Häfen bedient hat, werden in klarer Darstellung geboten.

Die äußerst interessante und verdienstvolle Anwendung der Stereophotogrammetrie zur Messung der Meereswellen wird sehr ausführlich behandelt; Staatsrat Thiele stützt sich auf die grundlegende Arbeit von Prof. W. Laas von der Berliner technischen Hochschule, der seine Studien in der Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, Berlin 1905, unter dem Titel: „Photographische Messung der Meereswellen", publiziert hat und die berechtigtes Aufsehen erregt haben.

Es wird in überzeugender Weise gezeigt, daß die Stereophotogrammetrie auch in der Astronomie ein weites und dankenswertes Anwendungsgebiet besitzt. Da sind es vornehmlich die grundlegenden Arbeiten von Prof. Dr. Wolf in Heidelberg und von Dr. C. Pulfrich, welche die Stereophotogrammetrie bei Auffindung neuer Planeten mit Hilfe des Stereokomparators, bei telestereoskopischen Meteoraufnahmen usw. vorführen.

Da der Stereokomparator Pulfrichs vorteilhafte Verbesserungen erfahren hat, so sind einige neue Formen desselben gebaut worden, welche auch besonderen Zwecken dienen; diese kommen im zehnten Kapitel zur eingehenden Besprechung. Auch das Blink-Mikroskop wird im Detail in Wort und Bild behandelt und seine Anwendung gezeigt.

Die neuesten Errungenschaften der stereoskopischen Messung kommen in dem schönen Apparate Dr. Pulfrichs, dem Stereometer, zum Ausdrucke, mit welchem ein neues Verfahren der Körpervermessung gegeben wurde; an dieses reiht sich die Stereometerkamera, welche schönen Apparate des Karl Zeiß-Werkes im elften Kapitel behandelt werden.

Den Schluß des reichhaltigen zweiten Bandes bildet eine kurze Schilderung des Autostereographen des k. k. Oberleutnants v. Orel, welchen Namen Prof. Doležal dem interessanten Instrumente gegeben hat, das, mit dem Stereokomparator Pulfrichs verbunden, selbsttätig die Lage- und Höhenbestimmung der stereoskopisch ausgemessenen Raumpunkte liefert.

Der dritte Band des verdienstvollen Werkes von Thiele, welcher bereits im März dieses Jahres erschienen ist, ist der

Photographischen Aufnahme aus dem Luftballone

gewidmet. Auf diesem Gebiete ist Staatsrat Thiele eine Autorität ersten Ranges und der stattliche 244 Seiten mit 153 Textfiguren und 8 Tafeln bildende Band ist von allergrößtem Interesse.

Im ersten Kapitel schildert der Verfasser die Entwicklung der Ballonphotographie; von den ersten Ballonaufnahmen Nadars im Jahre 1855 ausgehend, geht

er auf die Anwendung der Ballonphotographie für Kriegszwecke in Amerika (Belagerung von Richmond 186?) über, führt die Arbeiten von Triboulet, Desmarets, Tissandier und Ducom usw. vor und befaßt sich eingehender mit den photographischen Arbeiten russischer Aeronauten. Da werden die schönen Resultate Kowankos auch im Bilde vorgeführt. Den neueren Bestrebungen, die Ballonphotographie in den Dienst der Topographie zu stellen, wird besondere Aufmerksamkeit gewidmet, der automatische Apparat von Cailletet, jener von Baron Bassus in München besprochen, weiters auch kursorisch auf die Theorie der Ballonphotogrammetrie hingewiesen, wobei in den Fußnoten die bedeutendsten Erscheinungen der einschlägigen Literatur vermerkt erscheinen.

Dieses einleitende Kapitel gibt ein übersichtliches Bild alles dessen, was mit der Ballonphotographie, respektive Photogrammetrie vorhanden ist.

Nun geht der Autor im zweiten Kapitel auf die Aufgaben der photographischen Ballonaufnahmen über; er erörtert die Bedeutung der Ballonaufnahmen für militärische Zwecke, für die Kartographie, für Eisenbahntrassierungsarbeiten, für die hydrographische Aufnahme usw.

Das dritte Kapitel ist der Schilderung der photographischen Objektive gewidmet, die für Ballonaufnahmen in Verwendung stehen. Es wurden die nötigen Eigenschaften eines photographischen Objektives für berührte Zwecke besprochen, das Teleobjektiv eingehender behandelt, auf die Beschreibung des Telefot eingegangen. Die Momentverschlüsse und die Expositionsmesser usw. werden in ihrer Einrichtung gegeben.

Im vierten Kapitel werden die speziellen Apparate, die für Ballonaufnahmen konstruiert worden sind, beschrieben und auch die besonderen Einrichtungen geschildert, die vorhanden sein müssen, um das photographische Bild in bequemer Weise für Meßzwecke zu verwerten. Es werden die französischen und italienischen Kameratypen angeführt, die Instrumente des verdienstvollen russischen Kapitäns Uljanin, sowie des deutschen Ingenieurs Maul (sein Raketenapparat) geschildert und eine Reihe gelungener Abbildungen dem Leser geboten und schließlich die Panoramenapparate von Cailletet und Scheimpflug behandelt.

Es ist ja bekannt, daß Staatsrat Thiele seit mehr als einem Jahrzehnte sich intensiv mit Ballonphotogrammetrie befaßt; als Frucht seiner Studien und Versuche sind seine automatischen Panoramenapparate zu betrachten. Eine kurze Schilderung der Einrichtungen und Wirkungsweise dieses „Automatischen Panoramenapparates", den Thiele schon mehrfach praktisch erprobt hat, wird gegeben.

Das sechste Kapitel behandelt eine wichtige Materie, nämlich die geometrischen Grundlagen der Ballonaufnahmen und die Herstellung der Pläne aus denselben. Es wird die Orientierung der Ballonaufnahme behandelt, die Verwertung der geneigten Ballonaufnahme erörtert, die rechnerische und konstruktive Verwertung der adjustierten photographischen Bilder gezeigt. Thiele entwickelt die Theorie seines Perspektometers, zeigt seine Verwendung und demonstriert die Verwertung des Panoramographen. Auch wird auf die Rekonstruktion aus den Ballonphotogrammen eingegangen.

Das siebente Kapitel ist in Anbetracht seiner Wichtigkeit, weil die Methoden geboten werden, nach welchen die Rekonstruktion von topographischen Plänen ausgeführt wird, recht umfangreich und füllt nahezu 60 Seiten aus. Da werden sehr sorgfältig die Verfahren geschildert, die sich erprobt haben. Hauptmann Uljanins Verfahren zur schnellen Distanzbestimmung aus ärophotographischen Aufnahmen, sowie die grundlegenden Arbeiten des Münchener Professors Finsterwalder finden eine eingehende Wiedergabe. Die Verwendung des Stereokomparators für Ballonaufnahmen, welche der verstorbene Hofrat Professor Dr. A. Schell in seiner Publikation: „Die stereophotogrammetrische Ballonaufnahme für topographische Zwecke" entwickelt hat, führt Thiele vor; auch die Apparate und Methoden des italienischen Offiziers Ranza, sowie der Stereopanoramograph von Thiele kommen zur Behandlung.

Eine wichtige Materie wird im achten Kapitel abgehandelt: „Die Transformation von geneigten Aufnahmen.“ Das Streben, Ballonaufnahmen, die auf einer geneigten Ebene aufgenommen worden sind, daß sie so erscheinen, als wären sie auf eine horizontale Platte aufgenommen worden, ist das Ziel zahlreicher Forscher. Der österreichische Hauptmann Theodor Scheimpflug arbeitet mit Erfolg seit einem Jahrzehnte an der Lösung dieses Problems; sein Perspektograph ist das Resultat seiner Studien. Der Altmeister der Photogrammetrie, Oberst Laussedat, gab auch einen Apparat an und der vorstehend genannte italienische Offizier Ranza baute gleichfalls einen Apparat für diese Zwecke.

Im neunten Kapitel werden die Mittel besprochen, welche den photographischen Apparat über die Erde in gewünschte Höhe bringen sollen. Es wird die Einrichtung der Drachen, jene der Aerostaten und Raketen geschildert; hierbei gibt Thiele eine eingehende Darstellung jener Einrichtungen, die er bei seinen großen praktischen Arbeiten erprobt hat.

Im zehnten Abschnitte werden die Feldarbeiten beschrieben, welche bei topographischen Aufnahmen mittels Ballonphotogrammetrie auszuführen sind; Thiele schreibt da seine eigenen Erfahrungen nieder, die er gemacht hat und die er Gelegenheit hatte, auf ihre Güte zu prüfen.

Der elfte Abschnitt, welcher den Hausarbeiten, also der Rekonstruktion von Ballonaufnahmen gewidmet ist, wird in gewünschter Ausführlichkeit gehalten: hierbei gibt Thiele in erster Reihe seine Verfahren wieder. In diesem Abschnitte sind auch die Instrumente aufgenommen, welche der technische Oberoffizial des k. u. k. militärgeographischen Institutes in Wien, J. Tschamler, in gelungenen, gut funktionierenden Modellen angefertigt und die er mit Erfolg bei seinen Arbeiten verwendet hat. Tschamlers Stereokomparator, sein Planograph werden beschrieben und erscheinen in guter Abbildung.

Was die Genauigkeit von photographischen Arbeiten aus Ballonaufnahmen betrifft, so wird auch auf diese näher eingegangen.

Im letzten Abschnitte des dritten Bandes wird die Technik der Vergrößerung und die Herstellung der Projektion besprochen.

Acht sehr schön ausgeführte Tafeln sind dem Bande beigegeben; sie stellen photographische Aufnahmen und rekonstruierte Pläne dar, die mittels des Autopanoramographen von Thiele ausgeführt worden sind, sowie äußerst gelungene Proben von Transformationen, die Hauptmann Scheimpflug mit seinem Perspektographen gemacht hat.

Das Werk des Staatsrates Thiele zeichnet sich durch eine einfache und klare Diktion aus; die Ausstattung ist eine vorzügliche, die Figuren deutlich und die Tafeln mustergiltig.

Wir können Staatsrat Thiele zu seiner Arbeit beglückwünschen; sie wird allseitig Anerkennung finden und wird gewiß dem Autor hohe Befriedigung verschaffen.

Doležal.

Bibliographie.

1. Selbständige Werke.

Thiele R.: Phototopographie nach ihrem gegenwärtigen Stande. III. Band: Luftballonphotogrammetrie. K. L. Rücker, St. Petersburg 1909.

2. Journalliteratur.

Bock von F. K., Hauptmann des großen Generalstabes: „Versuch photogrammetrischer Küstenaufnahmen gelegentlich einer Spitzbergenexpedition im Sommer 1907“, Sonderabdruck aus der „Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin“, 1908.

Haerpfer Alfred Dr.: „Die Ausstellung von Architekturphotogrammen im Prager Kunstgewerbemuseum" in „Bohemia", Nr. 19, 1909.
Kahle Paul, Stadtgeometer: „Die Bedeutung der Luftschiffahrt mit lenkbaren Fahrzeugen für Städtebau, Kartographie und Erdkunde" in „Zeitschrift für Vermessungswesen", 1909, 3. Heft.
Kohlschütter E. Dr. Prof.: „Stereophotogrammetrische Arbeiten während der Forschungsreisen S. M. S. Planet 1906/07, Wellen- und Küstenaufnahmen", Sonderabdruck aus dem großen Werke:
Truck S., k. u. k. Hauptmann: „Die Stereophotogrammetrie in der Architektur und in der bildenden Kunst" in der Monatsschrift: „Wiener Bauhütte", 1909, III. Jahrgang, Nr. 2.
Wright Charles Will: „The Panoramic Camera applied to Photo-Topographic Work", Washington 1909.

Vereinsnachrichten.

Jahresversammlung, am 12. Februar 1909.

Jahresbericht, erstattet vom Obmanne.

Seit der letzten Jahresversammlung, welche am 6. März 1908 stattgefunden hat, sind elf Monate verstrichen, in welchem Zeitraume die Vereinsleitung bestrebt war, im satzungsmäßigen Sinne Maßnahmen zu treffen, um den Zweck des Vereines zu erreichen.

Die regelmäßig abgehaltenen Monatsversammlungen übten erfreulicherweise eine nicht unbedeutende Anziehungskraft aus, so zwar, daß sie alle sehr gut besucht waren und Zeugnis gaben von dem regen Interesse, das der Photogrammetrie entgegengebracht wird.

Es sprachen:

1. Am 8. April 1908 Hauptmann Th. Scheimpflug: „Über die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Ballonphotogrammetrie"; Prof. Hartwig: „Stereophotogrammetrische Vermessung bei geneigter und vertikaler Basis". K. u. k. Oberleutnant E. von Orel machte eine interessante Mitteilung über einen von ihm konstruierten und im mathemathisch-mechanischen Institute der Gebrüder Rud. & Aug. Rost ausgeführten Apparat für stereophotogrammetrische Zwecke: „Autostereograph";

2. am 26. November 1908 Universitätsdozent Prof. Dr. N. Herz: „Photogrammetrie im Dienste der Astronomie";

3. am 7. Januar 1909 Hauptmann S. Truck: „Die Praxis stereophotogrammetrischer Feldarbeiten für Ingenieurzwecke" und

4. am 12. Februar 1909 technischer Oberoffizial F. Pichler: „Die Technik der Photographie für die Zwecke der photographischen Meßkunst".

Bei den Vorträgen in den Monatsversammlungen gelangten auch photogrammetrische Arbeiten zur Ausstellung; so war der Vortrag des Hauptmannes Th. Scheimpflug durch eine äußerst reichhaltige und instruktive Kollektion von mit seinem Photoperspektographen hergestellten Transformationen von Ballonaufnahmen, welche wegen ihrer Schönheit allgemeinen Beifall fanden, illustriert.

Auch Hauptmann S. Truck hat seinen Vortrag durch einen Teil seiner photogrammetrischen Arbeiten beleuchtet; man hatte Gelegenheit, das Resultat stereophotogrammetrischer Aufnahmen für Ingenieurzwecke in einem schönen Schichtenplane zu betrachten, dem Stereophotogramme zur Illustration beigegeben waren.

Selbstredend ist der Projektionsapparat bei den Vorträgen im ausgiebigsten Maße verwertet worden und hatten die Vortragenden Gelegenheit, dieses vorzügliche Hilfsmittel mit Vorteil zu benutzen.

Gelegentlich der Monatsversammlungen wurde vom Obmanne die photogrammetrische Literatur, sei es in selbständigen Werken oder in Journalartikeln, in Kürze besprochen und vorgelegt, wodurch eine erwünschte Information in dieser Richtung erzielt werden konnte.

Der Zweck der Gesellschaft wurde auch dadurch im hohen Maße gefördert, daß Mitglieder unserer Gesellschaft sich durch Abhaltung von fachwissenschaftlichen Vorträgen um die Interessen des Vereines bemüht haben, und zwar:

1. Staatsrat R. Thiele: „Photogrammetrie, Stereophotogrammetrie und Aerophototopographie" in „Moskauer kaiserlicher Ingenieurschule" am 2. April 1908.

2. Prof. E. Doležal: „Photogrammetrie in der Architektur und in der Denkmalpflege" am „VIII. internationalen Architektenkongresse in Wien, den 21. Mai 1908.

3. Prof. E. Doležal: „Über Ballonphotogrammetrie" am 9. Januar 1909, in der Plenarversammlung des „Österreichischen Ingenieur- und Architektenvereines".

4. K. u. k. Oberlieutenant E. v. Orel: „Die Photogrammetrie im Dienste der militärischen Landesaufnahme" im „Wiener Photoklub" am 25. Jänner 1909.

5. Staatsrat R. Thiele: „Über die gegenwärtigen Arbeiten der Stereophotogrammetrie mit besonderer Berücksichtigung der Küstenaufnahmen der Spitzbergenexpedition im Sommer 1907" in der „Kaiserlich russischen geographischen Gesellschaft" in St. Petersburg am 29. Januar 1909.

Was die Tätigkeit der Vereinsmitglieder betrifft, wodurch die photographische Meßkunst eine bedeutende Förderung erfahren hat, so seien besonders hervorgehoben: Die intensive Betätigung des Hauptmannes **Scheimpflug**, die Ballonphotogrammetrie auszubauen und sie mit Erfolg in den Dienst des Topographen zu stellen, die lehrreichen Arbeiten des Hauptmannes S. **Truck** bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen für Ingenieurzwecke, die er in der Sommerkampagne 1908 in Kärnten ausgeführt hat, die stereophotogrammetrischen Arbeiten für Trassierungszwecke des Ingenieur F. **Hafferl** welcher interessante Studien in dieser Richtung angestellt hat, von denen zu erwarten ist, daß sie in so mancher Richtung Klärung bringen werden, denn es ist nicht unbekannt, mit welcher Gründlichkeit und Sachkenntnis dieser erfahrene Ingenieur und Photogrammeter seine Studien verfolgt; der k. u. k. technische Oberoffizial J. **Tschamler** beschäftigte sich mit photogrammetrischen Aufnahmen am Aachensee in Tirol, im Gebiete der „Hohen Wand" bei Wiener-Neustadt und arbeitete an der Rekonstruktion von Ballonaufnahmen, welche Arbeit in mehrfacher Richtung lehrreiche Resultate ergeben haben.

Die Vereinsleitung schritt um die Bewilligung von Subventionen ein, indem sie an die verschiedenen Ministerien Subventionsgesuche richtete. Es ist gerechtfertigte Hoffnung vorhanden, daß unsere Gesellschaft von Seite der staatlichen Behörden die Wertschätzung und Würdigung erfährt, die ihr gebührt, und hoffentlich wird die Vereinsleitung bei der Jahresversammlung 1910 über günstige Erfolge berichten können.

Bezüglich der Geldgebarung gibt der folgende Kassabericht pro 1908 die gewünschte Übersicht; die Rechnungen und Bestände wurden von den Revisoren überprüft.

Kassabericht pro 1908.

Soll	K	Haben	K
Am 1. Januar 1908:		Am 31. Dezember 1908:	
An Barbestand	52.03	Per Postspesen	22.94
Am 21. Januar 1908:		„ Drucksachen	73.80
An Zinsen pro 1907	1.94	„ Laternbilder	23.—
Am 31. Dezember 1908:		„ Auslagen des Schriftführers . . .	48.44
An Beiträgen pro 1907	61 53	„ vorgetragene Beiträge pro 1907 .	18.—
„ „ „ 1908	510.—	„ „ „ „ 1908 .	66.—
„ rückständigen Beiträgen pro 1907	18.—	„ Barbestand	457.32
„ „ „ „ 1908	66.		
	709.50		709.50
Am 1. Januar 1909: An Barbestand .	457.32		

Obmann:	Revisoren:	Schriftführer:
E. **Doležal** m. p.	A. **Rost** m. p.	G. **Otto** m. p.
	G. **Meznik** m. p.	

Der Bericht wurde genehmigend zur Kenntnis genommen. Nun wurde an die Wahl der Vereinsleitung für 1909 geschritten.

Satzungsgemäß scheiden aus der Vereinsleitung aus:

Obmannstellvertreter:

Dr. E. **Brückner**, o. ö. Professor an der k. k. Universität in Wien.

Schriftführer:

Th. **Scheimpflug**, k. u. k. Hauptmann a. D.

Ausschußmitglieder:

L. **Arndt**, k. k. Baurat im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten.
S. **Truck**, k. u. k. Hauptmann a. D., behördl. autor. Zivilgeometer.
Prof. F. **Wang**, k. k. Ministerialrat im k. k. Ackerbauministerium.

Die Wahl ergab folgendes Ergebnis.

Obmann:

E. **Doležal**, o. ö. Professor der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Obmannstellvertreter:

F. **Schiffner**, k. k. Realschuldirektor in Wien, bisheriger II. Obmannstellvertreter.
J. **Khu**, k. u. k. Hauptmann des Eisenbahn- und Telegraphenregimentes, zugeteilt dem k. u. k. Reichskriegsministerium, bisheriges Ausschußmitglied.

Schriftführer:

Dr. Th. Dokulil, Adjunkt der k. k. technischen Hochschule in Wien, bisheriger II. Schriftführer.
E. Ritter v. Orel, k. u. k. Oberleutnant, zugeteilt dem k. u. k. militärgeographischen Institute in Wien (neu).

Kassenführer:

G. Otto, Vertreter der Firma Karl Zeiß in Jena.

Ausschußmitglieder:

R. Dammer, Architekt, Obmannstellvertreter der „Wiener Bauhütte".
E. Gärtner, Inspektor der k. k. Eisenbahnbaudirektion in Wien.
H. Freiherr von Gotter-Resti-Ferrari, k. u. k. Oberleutnant a. D., Ingenieur des k. k. Ministeriums für öffentliche Arbeiten (neu).
Fr. Hafferl, Ingenieur, Gesellschafter der Bauunternehmung Stern & Hafferl in Wien (neu).
Dr. H. Jaschke, Assistent an der k. k. Sternwarte in Wien.
Fr. Pichler, techn. Oberoffizial, Leiter der Photographieabteilung im k. u. k. militärgeographischen Institute in Wien.
D. A. Prey, Privatdozent a. d. k. k. Universität und der k. k. technischen Hochschule in Wien, Adjunkt im k. k. Gradmessungsbureau (neu).
Th. Tapla, k. u. k. Hauptmann a. D., o. ö. Professor der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien (neu).
Dr. J. Wächter, technischer Rat im k. k. Techn. Militärkomitee.

Schiedsgericht:

Dr. K. Kostersitz, Oberlandesrat.
J. Pachnik, Oberbaurat der k. k. Direktion für den Bau der Wasserstraßen.
Dr. A. Schlein, k. k. Adjunkt der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien.

Ersatzmänner:

E. Engel, k. k. Evidenzhaltungs-Oberinspektor, Leiter des Triangulierungs- und Kalkülbureau, Honorardozent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur.
J. Putz, k. u. k. Hauptmann des Eisenbahn- und Telegraphenregimentes.

Revisoren:

R. A. Goldmann, Fabrikant photographischer Apparate in Wien (neu).
A. Rost, von Firma Rud. & Aug. Rost, math.-mechan. Institut in Wien.

Mitgliederzahl der Gesellschaft.

Die Zahl der Mitglieder am Tage der ordentlichen Jahresversammlung beträgt 118.

Die dritte Monatsversammlung am 12. Februar 1909.

Der Obmann übermittelte den anwesenden Mitgliedern der Gesellschaft und ihren Gästen die traurige Nachricht von dem Ableben des um die Geodäsie und Photogrammetrie hochverdienten Forschers, Hofrat Dr. A. Schell, emer. o. ö. Professor der k. k. technischen Hochschule in Wien, der am 9. Februar d. J. nach kurzem Leiden verschieden ist. Prof. Doležal gab den Anwesenden, welche sich zum Zeichen der Trauer von ihren Sitzen erhoben haben, ein klares Bild von der mannigfaltigen und erfolgreichen Tätigkeit des Verstorbenen als Lehrer und Forscher, wobei er insbesondere seine unermüdliche Tätigkeit auf dem Gebiete der Photogrammetrie schilderte und betonte, daß der Geist des verstorbenen, in den weitesten Kreisen rühmlichst bekannten Lehrers in seinen Schülern fortleben und daß die von Hofrat Prof. Dr. A. Schell ausgestreute Saat zum Nutzen der Wissenschaft und zur Ehrung des Dahingeschiedenen voraussichtlich reiche Früchte tragen wird.

Nach Mitteilung über die Aufnahme neuer Mitglieder und über die Angelegenheiten der Gesellschaft legte der Obmann dann der Versammlung zwei Publikationen vor:

„Versuch photogrammetrischer Küstenaufnahmen gelegentlich einer Spitzbergenexpedition im Sommer 1907" von F. K. v. Book, Hauptmann im großen Generalstabe, Sonderabdruck aus der „Zeitschrift der Gesellschaft der Erdkunde" in Berlin 1908, und

„The Panoramic camera applied to Photo-Topographic Work" von Charles Will Wright in Washington,

welche beide Arbeiten zwei wichtige Anwendungsgebiete der Photogrammetrie in anziehender Weise behandeln.

Über Einladung des Obmannes hielt der technische Oberoffizial Fritz Pichler, Leiter der Photographieabteilung des k. u. k. militärgeographischen Institutes in Wien, den angekündigten Vortrag: „Die Technik der Photographie für die Zwecke der photographischen Meßkunst". Er entwickelte in äußerst anregender und interessanter Weise die bei der Aufnahme und Entwicklung des Negatives zu beachtenden Gesichtspunkte und zeigte, in welcher Weise diese im allgemeinen für die Herstellung einer Photographie giltigen Grundsätze bei Aufnahmen für photogrammetrische Zwecke zu verwerten sind. Er teilte aus der reichen Fülle seiner Erfahrungen manches Wissenswerte mit, das den ausübenden Photogrammeter bei seinen Arbeiten wesentlich zu fördern vermag, sprach weiters über die photographischen Bedarfsartikel und Utensilien und gab eine große Zahl bemerkenswerter Ratschläge für die Aufnahme und Entwicklung von Platten bei photogrammetrischen Aufnahmen. Seine lichtvollen Darstellungen belebte der Vortragende durch eine größere Zahl von trefflichen Projektionsbildern, an denen er die für photogrammetrische Zwecke günstige Beleuchtung des Objektes, die Schwierigkeiten der photographischen Aufnahmen im Hochgebirge, die Vorteile der orthochromatischen Platten, das Lesen einer Photographie und andere für die Photogrammetrie wichtige Momente der photographischen Technik demonstrierte und angab, in welcher Weise manche Schwierigkeiten auf dem einfachsten Wege umgangen werden können.

Nur ein Mann, der durch Jahre in der photographischen Praxis der Photogrammetrie gestanden ist, vermag eine so instruktive und fesselnd anziehende Behandlung dieser Vortragsmaterie zu bieten. Der reiche Beifall, der zum Schlusse dem Vortragenden gespendet wurde, war das sprechendste Zeugnis für die vorzüglichen und interessanten Darbietungen.

Die vierte Monatsversammlung am 12. März 1909.

Nach Verlesung der neu eingetretenen Mitglieder und nach einigen das Vereinsleben betreffenden Mitteilungen brachte der Obmann als neue Bereicherung der fachwissenschaftlichen Literatur die folgenden bemerkenswerten Abhandlungen vor:

„Die Bedeutung der Luftschiffahrt mit lenkbaren Fahrzeugen für Städtebau, Kartographie und Erdkunde" von Paul Kahle, Stadtgeometer in Braunschweig, in „Zeitschrift für Vermessungswesen", 1909 und

„Die Stereophotogrammetrie in der Architektur und in der bildenden Kunst" vom k. u. k. Hauptmann Truck in der Monatsschrift „Wiener Bauhütte" 1909.

Nun schritt der Obmann an den angekündigten Vortrag: „Die Meßbildanstalt in Berlin und ihre Arbeiten". Hierüber lesen wir in einem Berichte in der „Österreichischen Zeitschrift für Vermessungswesen", Maiheft 1909.

Der Vortragende gab eine eingehende Schilderung der Einrichtung und der Tätigkeit dieses Institutes, welches er aus eigenen Anschauungen kennt, da er während einer Studienreise Gelegenheit hatte, durch längere Zeit an den Arbeiten desselben teilzunehmen. Ausgehend von der Geschichte der Gründung des Institutes besprach der Herr Vortragende die Räumlichkeiten, in denen das Institut untergebracht ist, sowie die Einteilung dieser Räumlichkeiten, in welcher Beziehung das Berliner Institut als mustergiltig hingestellt werden kann, da es zeigt, daß ein solches Institut selbst bei bedeutender Ausdehnung seiner Agenden keine Ansprüche auf besonders viele und ausgedehnte Räume macht und da ferner diese Einteilung bei dem genannten Institute in sehr zweckmäßiger Weise durchgeführt ist. Weiters führte der Herr Vortragende die in dem Institute verwendeten photogrammetrischen Aufnahmsapparate im Bilde vor und wies hierbei auf die Unterschiede dieser Instrumente gegen die für ähnliche Zwecke in Österreich konstruierten Phototheodolite hin, besprach ferner eingehend den Vorgang bei der photogrammetrischen Aufnahme, welche in der Beschaffung der geodätischen Grundlagen, der Orientierung der Bildebene und der eigentlichen photographischen Aufnahme besteht, teilte dann einiges aus seinen reichen Erfahrungen über die in dem Institute geübte Praxis der Entwicklung der Negative und der Herstellung der Positive mit und erläuterte ausführlich den Vorgang bei den Rekonstruktionen der Aufnahmen, wie er in der Meßbildanstalt in Berlin praktiziert wird. Neben den eigentlichen photogrammetrischen Aufnahmen und der Rekonstruktion derselben hat die Meßbildanstalt weiters die Aufgabe, von den bedeutenden Kunstdenkmälern Deutschlands sogenannte „Großbilder" herzustellen, welche für Unterrichts- und Demonstrationszwecke eine ganz hervorragende Bedeutung haben und durch die der kunstgeschichtliche Unterricht wesentlich gefördert und unterstützt wird. Der Herr Vortragende besprach ausführlich die Herstellung dieser Großbilder, welche meistens durch Vergrößerung der photogrammetrischen Aufnahmen erhalten werden und teilte auch hier manche für den Praktiker sehr beachtenswerte Gesichtspunkte aus dem reichen Schatze seiner Erfahrungen mit. Eine wesentliche Unterstützung und Belebung erfuhr der Vortrag durch die Vorführung einer größeren Anzahl von Projektionsbildern, unter denen sich die Ansicht des ehemaligen Bauakademiegebäudes, in welchem die Meßbildanstalt untergebracht ist, der Grundriß des Institutes, das von demselben verwendete photogrammetrische Instrumentarium und endlich ein Porträt des Begründers und bisherigen Leiters der Meßbildanstalt, des Geheimen Baurates Prof.

Dr. A. Meydenbauer, sowie einige Phototheodolite österreichischer Konstruktion befanden. Vervollständigt wurde das Bild der Tätigkeit des Institutes durch eine große Anzahl ausgestellter Arbeiten desselben. Diese Ausstellung umfaßte die Originalaufnahmen und die aus denselben erhaltenen Rekonstruktionen (Ansichten, Grundrisse, Längenschnitte und Querschnitte) des Domes von Bamberg, des Münsters von Freiburg und des Rathauses in Tangermünde, welch letzteres unter der Mitwirkung des Herrn Vortragenden aufgenommen und von ihm selbst in der Meßbildanstalt zu Berlin rekonstruiert wurde, eine größere Anzahl von Vergrößerungen nach den Originalaufnahmen und die in zwei Albums zusammengestellten photogrammetrischen Aufnahmen in Konstantinopel. Besonderen Beifall erregten die von der Neuen Photographischen Gesellschaft in Berlin-Steglitz hergestellten Reproduktionen der photogrammetrischen Aufnahmen des Institutes, welche ebenfalls in bedeutender Anzahl der Versammlung vorlagen. Die Reproduktionen, welche in Originalgröße (40 × 40 cm) angefertigt werden und in geradezu künstlerischer Weise ausgeführt sind, können von der genannten Gesellschaft zu einem im Verhältnisse zu ihrem künstlerischen Werte sehr niedrigen Preise einzeln bezogen werden und bilden gleichfalls ein so hervorragendes Hilfsmittel im kunsthistorischen Unterrichte, daß sie an keiner Stätte, an der dieser Unterricht betrieben wird, fehlen sollten. Mit dem Wunsche, daß auch in Österreich in absehbarer Zeit an die Gründung einer Institution gegangen werde, welche nach der nur allein rationellen Methode der photogrammetrischen Festlegung die zahlreichen kunsthistorischen Baudenkmale unseres Vaterlandes in einem Archive sammelt, schloß der Herr Vortragende seine interessanten und belehrenden Ausführungen, für welche ihm die Versammlung mit dem lebhaftesten Beifall dankte.

Die fünfte Monatsversammlung am 15. April 1909.

Nach Mitteilung der neu eingetretenen Mitglieder legte der Obmann die neuen Publikationen vor, und zwar:

1. R. Thiele: Phototopographie nach ihrem gegenwärtigen Stande, III. Band, Luftballonphotogrammetrie, Petersburg 1909.
2. Prof. Dr. E. Kohlschütter: „Stereophotogrammetrische Arbeiten während der Forschungsreise S. M. S. Planet 1906/07, Wellen- und Küstenaufnahmen" aus dem großen Werke.
3. „Internationales Archiv für Photogrammetrie", I. Band, Heft 4.

Über Einladung des Obmannes hielt nun der k. u. k. Hauptmann und Kapitän l. F. Theodor Scheimpflug den angekündigten und hochinteressanten Vortrag: „Über Orientierung von Ballonaufnahmen mit einer vorläufigen Mitteilung über ein neues ökonomisches Rechenverfahren bei Ausgleichungen."

Der Vortragende behandelte in seinen durch eine große Anzahl von Projektionsbildern unterstützten Ausführungen die beiden folgenden, für die Praxis der Ballonphotogrammetrie grundlegenden Aufgaben: Bestimmung der absoluten Orientierung einer Ballonaufnahme gegen den aufgenommenen Terrainteil auf Grund vorhandener Karten oder Pläne oder mit Benutzung mehrerer auf der Erdoberfläche in ihrer relativen Lage gegebenen Punkte und die relative Orientierung zweier Ballonaufnahmen gegeneinander, welche es ermöglicht, die Ballonphotogrammetrie in völlig unbekannten Gegenden, von welchen dem Aeronauten keine Karten zur Verfügung stehen und in denen keine durch Triangulierung gegebenen Punkte vorhanden sind, für die Zwecke der Topographie und Kartographie nutzbringend zu verwenden. Der Herr Vortragende erläuterte die Methoden der graphischen Lösung dieser Aufgaben nach den verschiedenen Autoren und führte die diesbezüglichen Konstruktionen in Bildern vor. Unter anderen erklärte er hierbei ausführlich die Rekonstruktion des Ballonortes unter der Voraussetzung, daß der Ballon mit sogenannten Lotschnüren versehen ist, deren Anwendung schon von Professor Schiffner empfohlen wurde und aus deren Abbildungen auf dem Photogramme man imstande ist, den Fluchtpunkt der Vertikalrichtung und mit Hilfe desselben die Neigung, sowie die Verschwenkung der photographischen Platte zu ermitteln, besprach ferner eingehend die Verwendung des Möbiusschen Netzes zur Lösung der ersten Aufgabe und ging dann auf die verschiedenen, von deutschen und französischen Autoren gemachten diesbezüglichen Vorschläge ein, wobei die grundlegenden Arbeiten Finsterwalders, Saconneys und anderer, sowie die für die Ballonorientierung konstruierten Apparate die verdiente Berücksichtigung fanden. Auch seine eigenen sehr interessanten und instruktiven Arbeiten auf diesem Gebiete, welche sich insbesondere auf die konstruktive Bestimmung der Kernpunkte beziehen, erläuterte der Herr Vortragende und erntete für seine wohldurchdachten und anziehenden Ausführungen, in denen er einen wichtigen Abschnitt der Ballonphotogrammetrie in anziehender Weise behandelte, den lebhaftesten Beifall der Versammlung. Nicht minder interessant als die Besprechung der Orientierungsaufgaben behandelte Hauptmann Scheimpflug das mit der Orientierung in Verbindung stehende Ausgleichsproblem, für dessen Lösung er unter der Voraussetzung von nahezu horizontalen Platten ein sehr einfaches, auf der Methode der fehlerzeigenden Figuren beruhendes, graphisches Verfahren in großen Zügen schilderte. Bei der dem Vortrage

folgenden Diskussion wies Prof. Dr. N. Herz auf die Möglichkeit hin, die gegenseitige Orientierung der Platten, beziehungsweise die Bestimmung der Kernpunkte der Aufnahmen dann leicht vornehmen zu können, wenn man eine größere Anzahl von Aufnahmen desselben Terrainteiles zur Verfügung hat.

Als nächster Punkt der Tagesordnung folgten sehr interessante und mit vielem Beifalle aufgenommene Mitteilungen des Herrn k. u. k. Oberleutnants E. v. Orel über den von ihm konstruierten Autostereographen und die mit demselben durchgeführten Versuchsarbeiten. Der Herr Vortragende teilte zunächst mit, daß er das schon in einer Versammlung des Vorjahres besprochene Instrument in der Zwischenzeit so vervollkommnet habe, daß es bei der Ausmessung des stereophotogrammetrischen Plattenpaares nicht nur die horizontale Projektion automatisch registriere, sondern auch gewissermaßen die Übertragung der Schichtenlinien aus dem im Stereokomparator wahrgenommenen Reliefe in eine Karte selbsttätig vollziehe. Er führte einige Bilder des neuen, bei der Firma Karl Zeiß in Jena in Konstruktion befindlichen neuen Modelles vor und brachte weiters eine größere Anzahl von Projektionsbildern, welche lehrreiche praktische Beispiele aus dem Gebiete der Stereophotogrammetrie behandelten. Mit dem Ausdrucke der Hoffnung, daß es ihm möglich sein werde, in der nächsten Vortragssession über die mit dem neuen Modelle durchgeführten Rekonstruktionsarbeiten ausführlich berichten zu können, schloß der Herr Vortragende die in kurzer, jedoch anziehender Weise gegebene Besprechung seines wichtigen Hilfsapparates der Stereophotogrammetrie.

Bibliothek der Gesellschaft.

Das Karl Zeiß-Werk widmete durch ihren Wiener Vertreter G. Otto folgende Druckschriften (Fortsetzung aus dem IV. Hefte des I. Bandes, S. 306, 307):

Hartwig Theodor: „Grundzüge der Stereophotogrammetrie" aus „Jahresbericht der k. k. Staats-Oberrealschule in Steyr", 1907.

Hübl Freiherr v.: „Die stereophotogrammetrische Terrainaufnahme" aus „Mitteilungen des k. u. k. militärgeographischen Institutes", XXIII. Band, 1904.

Hübl Freiherr v.: „Beiträge zur Stereophotogrammetrie", ebenda, XXIV. Band, 1905.

Hübl Freiherr v.: „Das stereophotogrammetrische Vermessen von Architekturen" in „Wiener Bauhütte", 1907.

Kohlschütter Dr. E.: „Die Forschungsreise S. M. S. ‚Planet' in „Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie," 1902.

Neuffer F.: „Die Portée-Ermittlung bei Schießversuchen gegen die See" in „Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens", 1907.

Rohr M. v.: „Siegfried Czapski", in „Zeitschrift für Instrumentenkunde", 1907.

Rudolph Dr. P.: „Anleitung zur Auswahl der Zeiß-Objektive", Jena 1906.

Rudolph Dr. P.: „Gebrauchsanleitung für Tele-Objektive", Jena 1906.

Sammlung von lehrreichen Katalogen und Beschreibungen über Photo-Objektive, das Stereoskop, den Veranten usw.

Wandersleb Dr. E.: „Über die Verzeichnungsfehler photographischer Objektive" in „Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1907.

Staatsrat R. Thiele machte der „Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie" zum Geschenke sein großes Werk, betitelt: Phototopographie nach ihrem gegenwärtigen Stande.

I. Band: Phototopographie und gerichtliche Photogrammetrie, 1908.
II. Band: Stereophotogrammetrie, 1908.
III. Band: Phototopographische Aufnahme aus dem Luftballon, 1909.

Schluß der Redaktion am 1. Juni 1909.

INTERNATIONALES
ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

REDAKTION: PROF. E. DOLEŽAL IN WIEN.

II. Jahrgang | Oktober 1910 | Heft 2.

Über den Gebrauch der von mir angegebenen Hilfsmittel für die Kartierung bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen.

Von Dr. C. Pulfrich, Jena.

Die von mir vor etwa 7 Jahren (Zeitschrift für Instrumentenkunde, Band 23, 1903, S. 328) angegebenen Hilfseinrichtungen für die Kartierung bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen bestehen (siehe Fig. 1) in einem Zeichenbrett mit einem aufgeklebten Blatt Papier, auf dem die für die Konstruktion des Planes erforderlichen Teilungen gezeichnet sind, einem um M_1 drehbaren Metallineal L_1 mit einer Millimeterteilung am oberen Rande,

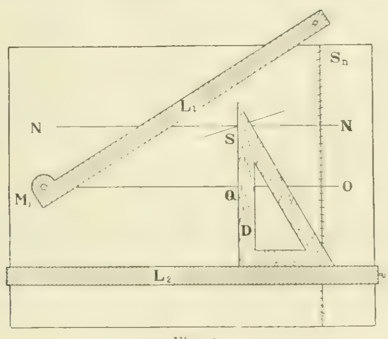


Fig. 1

einem verstellbaren und festklemmbaren Lineal L_2 und dem rechtwinkeligen Dreieck D. Bei M_1 ist auf dem Zeichenbrett eine Metallplatte mit einem Konus eingesetzt, in die der an dem Lineal L_1 angebrachte Metallkonus einfach eingesteckt wird.

Mit Hilfe dieser Einrichtungen lassen sich nach dem früher ebenfalls angegebenen Verfahren für jeden in dem Stereoskopbild sichtbaren Punkt P aus den am Stereokomparator erhaltenen Werten x_1, y_1 und $a = x_1 - x_2$ die Lage und die Höhe des Punktes P ohne jede Rechnung ableiten, allein durch graphische Konstruktion, die insonderheit der Genauigkeit der Parallaxenmessung ($\pm$ 0,01 *mm*) vollständig Rechnung trägt.

Über den Maßstab, in dem der Plan gezeichnet werden soll und über den zu wählenden Abstand der Hilfslinie NN von $M_1 O$ (siehe Fig. 1) hat der Beobachter selbst vor Beginn der Arbeit zu entscheiden. Nach meinen Erfahrungen bereitet diese Entscheidung selbst einem geschulten Beobachter immer einige Schwierigkeiten, und ich gebe daher im folgenden eine kurze Anweisung, wie diese Entscheidung ohne Zeitverlust und sicher nach dem im folgenden angegebenen Schema durchgeführt werden kann.

Dementsprechend schreiben wir die bekannten Formeln für E_0, X und Y:

$$E_0 = B \cdot \frac{f}{a} \quad \text{(siehe Fig. 2)} \quad E_0 = k B \frac{n \cdot f}{k \cdot n \cdot a}$$

$$X = E_0 \frac{x_1}{f} \quad \text{folgendermaßen} \quad X = E_0 \frac{n \cdot x_1}{n \cdot f}$$

$$Y = E_0 \frac{y_1}{f} \qquad\qquad Y = E_0 \frac{n \cdot y_1}{n \cdot f}$$

und verstehen unter k und n die im folgenden näher bezeichneten Koeffizienten.

In Fig. 2 sei M_1 stets der Ort der linken Station, und $M_1 O$ die Richtung der optischen Achse.

Wir tragen von M_1 aus die Brennweite f in Millimetern so oft hintereinander ab, als das Zeichenbrett reicht, ziehen durch die einzelnen Endpunkte je eine Senkrechte S_1, S_2, S_3, . . S_n und versehen jede derselben mit einer Teilung, bei der das Intervall zwischen zwei aufeinander folgenden Strichen der Reihe nach gleich 1, 2, 3, . . n *mm* beträgt. Die letzte Senkrechte, in Fig. 2 $S_n = S_5$, wird auf ihrer ganzen Länge geteilt, die übrigen nur an ihrem oberen Ende. Die Teilungen bleiben vorläufig unbeziffert.

T_1 und T_2 sind zwei bezifferte Millimeterteilungen mit dem Nullpunkt auf $M_1 O$. Ihr Zweck ist im folgenden angegeben.

In dieser Weise ist jedes von der Firma Carl Zeiß gelieferte Zeichenbrett vorgerichtet. Gezeichnet wird zweckmäßig auf Pauspapier, das ringsum am Rande des Brettes angeklebt wird. Der Konus für das Drehlineal L_1 bleibt frei, sein Ort (M_1) ist jederzeit rekonstruierbar aus zwei sich schneidenden Geraden, die man mit L_1 vor dem Herunternehmen des Planes auf ihm anbringt, wobei die Lücke durch ein aufgeklebtes Blatt Papier ausgefüllt wird.

Der Maßstab S_n ist jetzt vom Beobachter mit einer doppelten Bezifferung (für x_1 und y_1) zu versehen. Man bezeichnet den auf $M_1 O$ liegenden Strich aber nicht mit Null, sondern schreibt daneben diejenigen Werte der x-, beziehungsweise y-Skala am Stereokomparator, auf die die Nonien beim Justieren der linken Platte (Lochmarke und Höhenmarke) eingestellt waren und beziffert die übrigen Zehner-, beziehungsweise Fünfer-Striche von S_n wie die Skalen x und y am Stereokomparator. Man schreibt beide Reihen von Zahlen rechts neben S_n, der Platz links von S_n ist für die Parallaxenangaben bestimmt.

Der Beobachter hat sich nunmehr zu entscheiden darüber, in welchem Maßstabe der Plan gezeichnet werden soll. Man bestimmt zu dem Ende

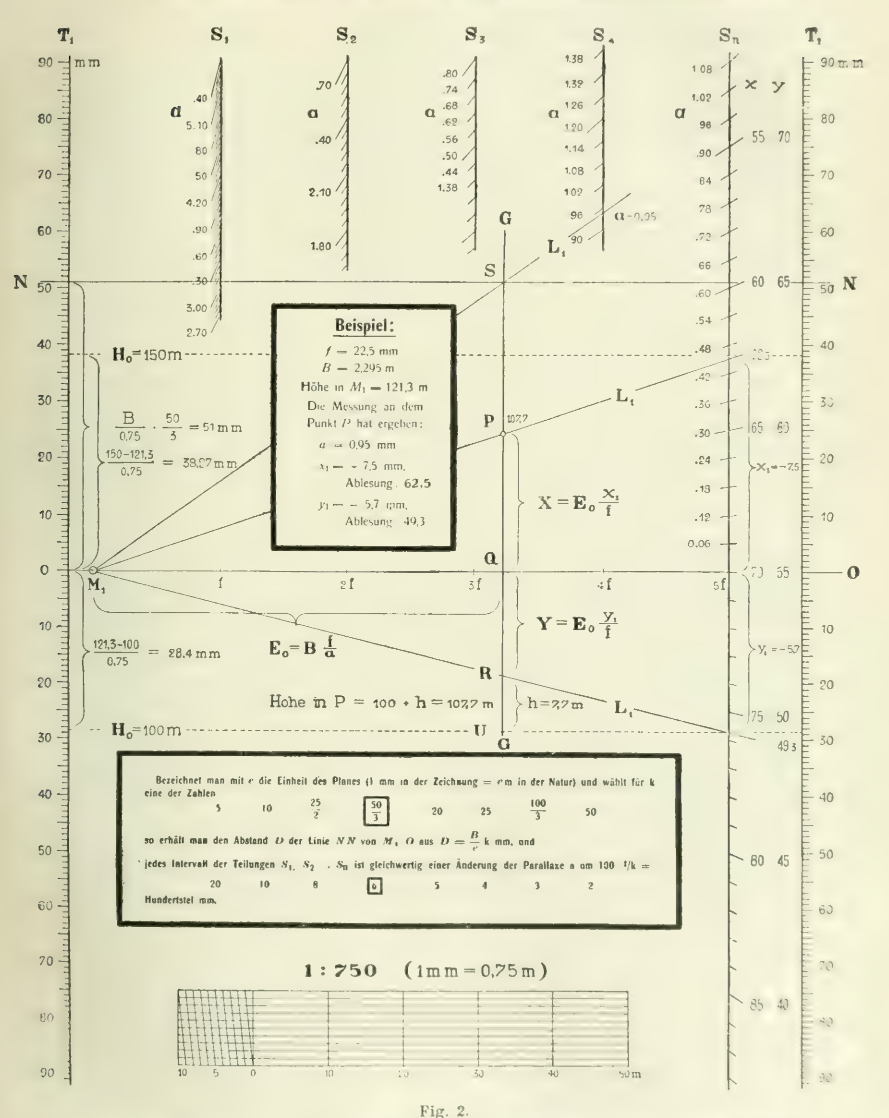


Fig. 2.

Schema für die Herstellung und die Bezifferung der Maßstäbe und für die Konstruktion der Lage und der Höhe eines am Stereokomparator gemessenen Punktes P

durch Messung auf dem Stereokomparator und durch Rechnung die Entfernung desjenigen Punktes, welcher am weitesten gelegen ist und in den Plan noch mit aufgenommen werden soll und wählt dann einen solchen Maßstab (1 *mm* der Zeichnung = e *m* in der Natur), bei dem dieser Punkt ungefähr an das Ende des Zeichenbrettes zu liegen kommt. Es ist nicht notwendig, den Plan gleich in dem vorgeschriebenen Maßstabe zu zeichnen. Die Reduktion des Planes kann nachher mit Hilfe eines Storchschnabels oder durch Photographie erfolgen.

Jetzt ist die Hilfslinie NN in Fig. 2 zu ziehen. Der Abstand dieser für die Konstruktion der Geraden GG benötigten Linie von $M_1 O$ ist bestimmt durch die Länge der Standlinie B und durch die Einheit e des Maßstabes, in dem der Plan angefertigt werden soll. Man setzt ihn gleich $\frac{B.k}{e}$ *mm*, unter k eine der Zahlen

$$5 \quad 10 \quad \frac{25}{2} \quad \frac{50}{3} \quad 20 \quad 25 \quad \frac{100}{3} \quad 50$$

verstanden. Man wählt, um einen sicheren Schnittpunkt (S) von NN und L_1 zu erhalten, ein solches k, bei dem die Linie NN in die Nähe des oberen Randes des Zeichenbrettes zu liegen kommt. Man trägt den für $\frac{Bk}{e}$ ausgerechneten Abstand auf T_1 und T_2 ab und zieht die Verbindungslinie NN der Endpunkte.

Bei Benutzung der angegebenen Werte für k ist jedes Intervall der Teilungen $S_1, S_2 \ldots S_n$ gleichwertig einer Änderung der Parallaxe a um

$$20 \quad 10 \quad 8 \quad 6 \quad 5 \quad 4 \quad 3 \quad 2$$

Hundertstel *mm*. Wir beziffern dementsprechend die einzelnen Maßstäbe mit ihrem Nullpunkt auf $M_1 O$ so, wie in Fig. 2 beispielsweise für $B = 2{,}295$ *m*, $e = 0{,}75$ (1 : 750) und $k = 50/3$ geschehen ist. Eine weitere Einteilung der Intervalle der Teilungen auf $S_1 \ldots S_n$ ist nicht erforderlich. Die Intervalle (in Fig. 2 in natürlicher Größe) sind so groß, daß die Eintragung einer gemessenen Parallaxe auf 0,01 *mm* genau auch ohne eine solche Hilfsteilung nach Augenmaß möglich ist.

Nach diesen Vorbereitungen kann sofort mit der Konstruktion der Lage des Punktes P begonnen werden: Man stellt L_1 auf a ein, markiert auf NN den Schnittpunkt S des Lineals mit NN und zieht mit dem Dreieck (siehe Fig. 1) durch S senkrecht zu $M_1 O$ die Gerade GG. Man stellt dann L_1 auf die zu P gehörige Ablesung am x-Maßstabe ein und erhält in dem Schnittpunkte P des Lineals mit GG sofort den gesuchten Punkt P.

Man erhält endlich den Höhenunterschied Y zwischen M_1 und dem Punkt P dadurch, daß man L_1 auf die zu P gehörige Ablesung am Y-Maßstabe einstellt, den Schnittpunkt R des Lineals L_1 mit GG markiert und die Strecke RQ (= Y) mit einem Zirkel oder einem Glasmaßstab ausmißt.

Die absolute Höhe H des Punktes P ergibt sich durch algebraische Addition von H_1 und Y, kann aber auch, wenn man, wie in Fig. 2 geschehen ist, noch einige weitere Hilfslinien parallel zu $M_1 O$ zieht, ohne weiteres aus der Zeichnung entnommen werden.

Das Zeichenbrett selbst legt man zweckmäßig auf einen besonderen Tisch links vom Beobachter, und zwar so, daß die optische Achse $M_1\,O$ auf dem Zeichenbrett der Blickrichtung des Beobachters am Stereokomparator gleichgerichtet ist.

In Ländern, in denen das Metermaß nicht oder noch nicht eingeführt ist, empfiehlt es sich bei der Konstruktion des Planes, für die Brennweite f, die Parallaxe a und die beiden am Stereokomparator abgelesenen Bildpunktkoordinaten x_1 und y_1 das Millimeter als Längeneinheit beizubehalten und nur die Basis B, beziehungsweise $k\,.\,B$, in der gewünschten Einheit (z. B. in Yards in England oder in Saschen in Rußland) aufzutragen. Es ergeben sich dann durch Konstruktion sofort auch die Werte E_0, X und Y in diesem Maßstabe.

Jena, im Juli 1910.

Neue Instrumente für die photogrammetrische Aufnahme von Baudenkmälern.

Von Ingenieur Dr. Theodor Dokulil, Adjunkt an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

Einleitung.

Unter den verschiedenen Methoden der Vermessungskunde ist es namentlich die Photogrammetrie, welche in neuerer Zeit immer mehr Verbreitung findet und bei den verschiedenen Operationen des Landmessers und Ingenieurs immer häufiger und systematischer zur Verwendung gelangt. Mit dieser stets wachsenden Verwendung der Photogrammetrie in der Geodäsie ist jedoch das Anwendungsgebiet dieser wichtigen Aufnahmsmethode keineswegs erschöpft, da die Photogrammetrie mit mindestens ebenso großem, wenn nicht noch größerem Vorteile in anderen Wissenschaften und Forschungsgebieten verwendet werden kann. Die Erforschung kunst- und bauhistorischer Denkmale, die Luftballonphotographie, die Meteorologie und viele andere Wissenszweige können die Photogrammetrie gegenwärtig zur rationellen und zweckmäßigen Durchführung ihrer Untersuchungen und Forschungen nicht mehr entbehren. Durch diese großen und allgemeinen Vorteile, welche die photogrammetrische Aufnahmsmethode überall dort bietet, wo es sich darum handelt, Dimensionen und Maße auf einfachstem Wege mit Anwendung der geringsten Arbeiten im Freien zu erhalten, werden die großen Fortschritte und Neuerungen, welche diese Wissenschaft in neuerer Zeit findet, sowie der Anklang, welchen sie bei den verschiedenen Forschern gegenwärtig hat, in einfachster und natürlichster Weise erklärt.

Das Prinzip der Photogrammetrie beruht bekanntlich auf der sogenannten Standlinienmethode der Geodäsie, welche darin besteht, daß in den Endpunkten einer ihrer Lage und Länge nach bekannten Basis $C_1\,C_2$ (Fig. 1) die Winkel gemessen werden, welche die horizontalen Projektionen der Verbindungsgeraden $C_1\,P$ und $C_2\,P$ mit der horizontalen Projektion $C_1\,C_2$ der Standlinie einschließen und daß man außerdem die Höhenwinkel dieser beiden Strahlen ermittelt, wodurch der Punkt P bekanntlich nicht nur

bestimmt, sondern bezüglich seiner Lage und Höhe auch kontrolliert wird. Die aus der Figur sich unmittelbar ergebenden Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} s_1 &= \frac{\sin \varphi_2}{\sin (\varphi_1 - \varphi_2)} \cdot D \\ s_2 &= \frac{\sin \varphi_1}{\sin (\varphi_1 - \varphi_2)} \cdot D \end{aligned}\right\} \qquad \text{(I)}$$

bestimmen den festzulegenden Raumpunkt P bezüglich seiner horizontalen Projektion, während seine absolute Höhe über der Vergleichsebene $V. E.$ sich nach der Figur aus den Gleichungen

$$H = H_1 + s_1 \cdot tg\, h_1 = H_2 + s_2 \cdot tg\, h_2 \qquad \text{(II)}$$

nicht nur bestimmt, sondern auch kontrolliert.

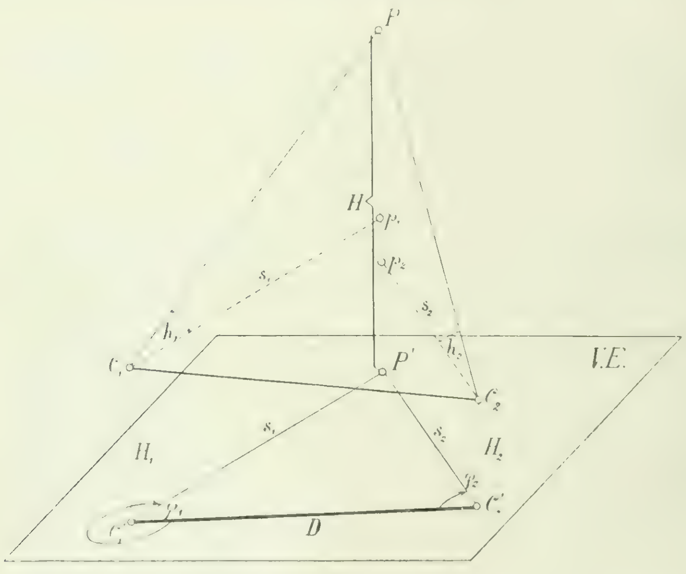


Fig. 1.

In der Photogrammetrie geschieht die Messung der notwendigen Horizontal- und Vertikalwinkel auf photographischem Wege, wobei die Gesetze der Perspektive zur sinngemäßen Anwendung kommen.

Denkt man sich eine Bildebene ($B. E.$ in Fig. 2) in beliebiger Lage im Raume zwischen dem festzulegenden Punkte P und dem als perspektivischen Zentrum wirksamen Punkte C, so ist für die richtige Orientierung des auf der Bildebene erzeugten perspektivischen Bildes gegen den Punkt C die Kenntnis der perspektivischen Konstanten des Bildes erforderlich, als welche man die Horizontallinie $h\,h$, die Vertikallinie $v\,v$ und den senkrechten Abstand des Zentrums C von der Bildebene, die Bilddistanz, bezeichnet. Um nun die

Lage jedes Bildpunktes auf der Bildebene unzweideutig festzulegen, werden die Horizontal- und die Vertikallinie als die Achsen eines rechtwinkeligen Koordinatensystems, dessen Ursprung mit dem Hauptpunkte A zusammenfällt, gewählt, und jeder Bildpunkt p durch seine rechtwinkeligen Koordinaten $pq = p'q' = x$ und $qA = y$, auf dieses System bezogen. Bei orientierter Bildebene $B. E.$ ist es dann möglich, mit Hilfe der perspektivischen Konstanten des Bildes und den auf dem Bilde gemessenen Koordinaten des

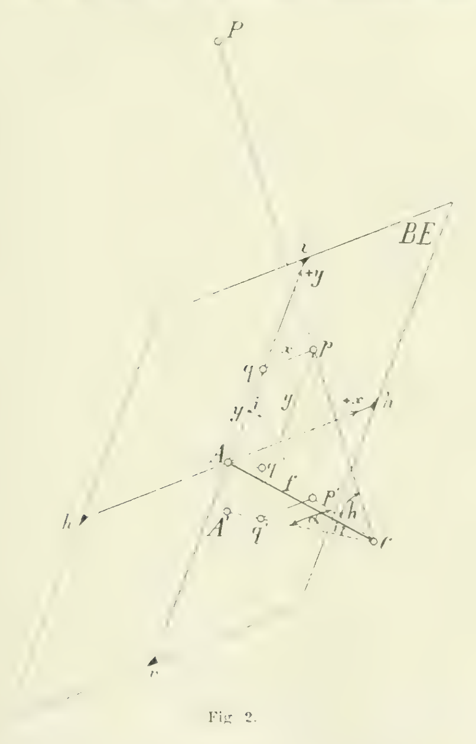


Fig. 2.

Bildpunktes p die horizontale Projektion des Punktes P, sowie seinen Höhenunterschied gegen den Punkt C zu bestimmen.

Zieht man nämlich durch den Punkt C in der Vertikalebene des Bildes die horizontale Gerade CA', welche mit der Bilddistanz CA den Neigungswinkel i der Bildebene mit der vertikalen Richtung einschließt und projiziert man den Bildpunkt p sowie den Punkt q orthogonal auf die durch den Punkt C gehende Horizontalebene, so ergibt sich aus der Fig. 2 für die Berechnung des Winkels α, den die horizontale Projektion des Strahles CP mit der Projektion CA' der Bilddistanz CA einschließt, die Beziehung

$$tg\,\alpha = \frac{p'q'}{C\,q'}.$$

Da nun $p\,q' = p\,q = x$ und $C\,q' = C\,A' - A'\,q'$ und $C\,A' = f\,.\,cos\,i$, $A'\,q' = A\,q = y\,.\,sin\,i$ ist, erhält man den Winkel α aus den gemessenen Koordinaten x und y, dem gemessenen Neigungswinkel i der Bildebene und der bekannten Bilddistanz f aus der Gleichung

$$tg\,\alpha = \frac{x}{f\,.\,cos\,i - y\,.\,sin\,i}. \qquad \text{(III)}$$

Ebenso folgt aus der Figur

$$tg\,h = \frac{p\,p'}{C\,p'}.$$

Beachtet man, daß $p\,p' = q\,q' = q\,q'' + q''\,q'$ und $C\,p' = \frac{C\,q'}{cos\,\alpha}$ ist, so nimmt die obige Gleichung nach Einsetzung der Werte

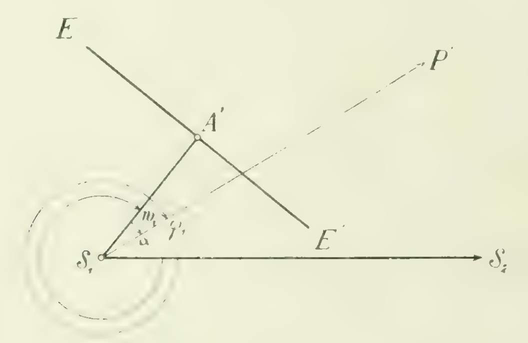


Fig. 3.

$$q\,q'' = y\,.\,cos\,i \text{ und } q''\,q' = A\,A' = f\,.\,sin\,i,$$

sowie nach Einführung des schon früher angegebenen Wertes für $C\,q$ die Form

$$tg\,h = \frac{f\,.\,sin\,i + y\,.\,cos\,i}{f\,.\,cos\,i - y\,.\,sin\,i}\,.\,cos\,\alpha \qquad \text{(IV)}$$

an und man ist daher imstande, entweder durch Rechnung oder durch Konstruktion den Richtungswinkel α gegen die horizontale Projektion der Bilddistanz, sowie den Höhenwinkel h des Projektionsstrahles $C\,P$ zu bestimmen.

Um mit Hilfe des Winkels α den für die Anwendung der Standlinienmethode notwendigen, horizontalen Richtungswinkel φ des festzulegenden Punktes P gegen die horizontale Projektion der Basis zu erhalten, ist es nur erforderlich, den Winkel zu bestimmen, welchen die durch die Bilddistanz gelegte Vertikalebene mit der Fluchtebene der Basis einschließt. Ist in Fig. 3, welche die Projektion auf eine horizontale Ebene vorstellt, S_1 der Standpunkt der photogrammetrischen Aufnahme, $E\,E'$ die Trasse

der vertikalen oder geneigten Bildebene und $S_1 A' = f'$ die Projektion der Bilddistanz, also auch die Trasse der durch diese Bilddistanz gelegten Vertikalebene, so ergibt sich aus der Figur ohne weiteres

$$\varphi_1 = \omega_1 - \alpha \tag{V}$$

Zur unzweideutigen Festlegung des Punktes P ist es daher notwendig, den Winkel α nicht nur bezüglich seiner Größe zu bestimmen, sondern auch durch sein Zeichen zu charakterisieren, was aber, wie die Gleichung III zeigt, unmittelbar durch Berücksichtigung des Zeichens der gemessenen Abszisse x erfolgt.

Diese vorstehenden, für die zentral-perspektivische Projektion geltenden Beziehungen können nun unmittelbar auch bei der photographischen Abbildung eines Objektes Anwendung finden, da die Photographie nur eine besondere Art der Sichtbarmachung des zentral-perspektivischen Bildes eines Gegenstandes ist.

Das Zentrum der Perspektive liegt bei der photographischen Abbildung zwischen dem Gegenstande und der als Bildebene wirksamen lichtempfindlichen Platte und wird eigentlich durch zwei, in einem gewissen Abstande voneinander liegende Punkte gebildet, welche mit den Gaußschen Hauptpunkten des als photographisches Objektiv verwendeten Linsensystems zusammenfallen. Das Bild irgend eines Objektes erscheint zufolge der Eigenschaften dieser Punkte von dem zweiten Hauptpunkte unter demselben Winkel wie das wirkliche Objekt von dem ersten Hauptpunkte: die Hauptpunkte bilden daher die Ähnlichkeitszentren des Gegenstandes und des Bildes, d. h. der erste Hauptpunkt ist das perspektivische Zentrum der auf das Objektiv einfallenden Strahlen, während der zweite Hauptpunkt das perspektivische Zentrum des entstehenden Negatives ist. Um das von dem Negative erhaltene Positiv in die richtige perspektivische Lage gegen das Objektiv zu bringen, ist es daher nur notwendig, den ersten Hauptpunkt in dieselbe relative Lage gegen das aufgenommene Objekt wie bei der Aufnahme selbst zu bringen und die Ebene des Positives so zu stellen, daß sie mit der Ebene des Negatives während der Aufnahme parallel ist, ihr senkrechter Abstand von dem ersten Hauptpunkte der Bilddistanz entspricht, und das Positiv gegen den ersten Hauptpunkt ebenso orientiert ist wie es das Negativ bei der Aufnahme gegen den zweiten Hauptpunkt war. Es gelten dann die abgeleiteten Relationen auch für den Fall, daß das perspektivische Bild auf photographischem Wege erhalten wurde und es ergibt sich mithin, daß die Photographie für die Zwecke des Vermessungswesens Verwendung finden kann.

Zur Erzeugung der photographischen Bilder, welche zu Messungszwecken dienen sollen, müssen nach dem Vorstehenden eigene Apparate verwendet werden, welche sowohl die perspektivischen Konstanten des Bildes liefern, als auch die Orientierung der Bildebene in entsprechender Weise ermöglichen. Da sie zu diesem Zwecke für die Messung horizontaler und vertikaler Winkel eingerichtet sein müssen, entspricht ihr Bau im allgemeinen demjenigen der Universalinstrumente und sie führen dieser Einrichtung entsprechend den Namen „Universal-Phototheodolite".

I. Grundprinzipien für die Konstruktion eines Universal-Phototheodolites.

Der Phototheodolit hat, wie oben erwähnt wurde, die Aufgabe, von einem bestimmten Terrainteile oder einem bestehenden Bauwerke ein photographisches Bild zu liefern, dieses Bild im Raume zu orientieren und die zur Rekonstruktion des Objektes notwendigen perspektivischen Konstanten anzugeben. Dieser Aufgabe entsprechend, muß ein Phototheodolit die folgenden Bestandteile besitzen.

1. Eine photographische Kamera, welche so eingerichtet sein muß, daß durch entsprechende Vorrichtungen die Horizontal- und Vertikallinie der mit ihr erzeugten Bilder auf dem Negative ersichtlich gemacht werden, so daß diese für die Rekonstruktion des Gegenstandes erforderlichen Fundamentallinien durch den Prozeß des Kopierens auch auf das Positiv übertragen werden können. Da für das Bild die Bilddistanz bekannt sein muß, ist es ferner notwendig, daß für eine bestimmte, charakterisierte Stellung des Objektives gegen die Ebene des Negatives der senkrechte Abstand des zweiten Hauptpunktes des Objektives von der Ebene des Negatives bekannt ist, und daß die Veränderungen der Bilddistanz bei den Aufnahmen verschieden weit entfernter Objekte mit hinreichender Genauigkeit gemessen werden können.

2. Ein geodätisch eingerichtetes Fernrohr, welches mit der Kamera derart verbunden sein muß, daß seine Visierlinie mit der Bilddistanz der photographischen Kamera zusammenfällt. Da man diese Visierlinie des Fernrohres nach markanten oder figurierten Punkten des aufzunehmenden Terrain- oder Architekturobjektes richten kann, kann man bei Einhaltung der genannten Bedingung die Bilddistanz im Raume orientieren, d. h. ihren Richtungswinkel gegen bekannte Punkte angeben und sie auch in vertikaler Richtung durch Angabe des betreffenden Höhenwinkels festlegen. Dadurch ist auch die auf ihr senkrecht stehende Bildebene in ihrer Stellung und Neigung vollkommen eindeutig festgelegt.

3. Bestandteile, welche zur Messung horizontaler und vertikaler Winkel dienen. Diese Bestandteile sind Kreise oder Kreisbogen, welche beim Gebrauche eine horizontale, beziehungsweise vertikale Lage erhalten und zu deren Ablesung die entsprechenden Vorrichtungen (Nonien oder Mikroskope) an dem Instrumente vorgesehen sind. Die Genauigkeit dieser Ablesevorrichtungen ist so zu wählen, daß sie mit der Genauigkeit der Winkelbestimmung aus den Bildkoordinaten und den Konstanten der Perspektive im Einklange steht. Ferner muß durch entsprechende Verbindung dieser Ablesevorrichtungen dafür Sorge getragen werden, daß bei dem Gebrauche des Instrumentes die Instrumentalfehler (namentlich der Exzentrizitätsfehler der Alhidade) eliminiert werden können und außerdem müssen die zur Horizontal- und Vertikalstellung der Achsen und Kreisebenen dienenden Vorrichtungen (Libellen) eine dem Genauigkeitsgrade des ganzen Instrumentes entsprechende Empfindlichkeit haben.

4. Rektifikationsvorrichtungen. Ganz besonders muß bei der Konstruktion eines Phototheodolites darauf geachtet werden, daß derselbe bei

der Verwendung die durch die Theorie der photogrammetrischen Punktefestlegung geforderten Eigenschaften besitzt, d. h. seine Bestandteile während der photogrammetrischen Aufnahme in den für die Richtigkeit der Aufnahme notwendigen Beziehungen zueinander stehen. Dieser Forderung kann entweder dadurch Rechnung getragen werden, daß die Bestandteile durch den Mechaniker schon in die richtige relative Lage gegeneinander gebracht werden und die Verbindung dieser Teile untereinander in fixer, unveränderlicher Weise erfolgt, so daß also eine Lageveränderung derselben nicht möglich ist, oder daß an den entsprechenden Stellen eigene Vorrichtungen, Justier- oder Rektifikationsvorrichtungen genannt, angebracht werden, durch welche die geforderten Eigenschaften dem Instrumente jederzeit nach der Prüfung auf diese Eigenschaften verliehen werden können. Wenn auch die erstere Anordnung für den Beobachter bequemer ist und die zeitraubende Untersuchung und Berichtigung des Instrumentes eliminiert, so sollte sie prinzipiell eigentlich gar nicht zur Anwendung kommen, da selbst bei richtigster und solidester Verbindung der Bestandteile durch den Mechaniker die Gefahr einer eventuellen Lageveränderung der Bestandteile stets besteht und die Möglichkeit einer Berichtigung die zuverlässige Richtigkeit einer Aufnahme nach ausgeführter Rektifikation garantiert. Auch das Unvermögen des Mechanikers, die starre Verbindung der Teile in absolut richtiger Weise vorzunehmen, spricht für die Anbringung von Rektifikationsvorrichtungen, durch welche bei entsprechender Geduld und Sorgfalt des Beobachters die verlangten Eigenschaften dem Instrumente mit praktisch absoluter Richtigkeit verliehen werden können.

II. Einrichtung des Universal-Phototheodolites.

Die Konstruktion des ersten Phototheodolites, welcher den im vorhergehenden aufgestellten Konstruktionsprinzipien vollkommen entspricht, erfolgte schon im Jahre 1891 durch das mathematisch-mechanische Institut von Starke & Kammerer in Wien im Auftrage und nach den Angaben des Herrn Hofrates Prof. Dr. Anton Schell für die Lehrkanzel der praktischen Geometrie an der k. k. technischen Hochschule in Wien und wurde dieser Phototheodolit seit dieser Zeit bei den jährlichen photogrammetrischen Aufnahmen mit den Hörern der genannten Lehrkanzel verwendet. Dieser Phototheodolit ist für das Plattenformat 21×27 *cm* konstruiert und so gebaut, daß der erste Hauptpunkt des Objektives im Schnittpunkte der horizontalen und vertikalen Achse der Kamera liegt, wodurch es möglich ist, diesen ersten Hauptpunkt bei einer beliebigen Lage der Kamera in die Lotlinie eines bestimmten Terrainpunktes zu bringen. Diese Konstruktion bedingt einen einseitigen, unsymmetrischen Bau des Instrumentes, welcher durch Gegengewichte ausgeglichen und unschädlich gemacht wurde.

Als im Jahre 1905 für die Zwecke der k. k. Zentral-Kommission zur Erforschung und Erhaltung der Kunst- und historischen Denkmale in Wien ein Instrument für die photogrammetrische Aufnahme wichtiger Baudenkmäler der Kunst konstruiert werden sollte, und der Verfasser der

vorliegenden Abhandlung über Anregung des Herrn Hofrates Direktor Professor Dr. J. M. Eder mit der Konstruktion dieses Instrumentes betraut wurde, wurde für dasselbe im Einvernehmen mit Herrn Hofrat Professor Dr. Anton Schell das Plattenformat 30 × 30 *cm* gewählt, da sich bei den Aufnahmen architektonischer Objekte mit dem Schellschen Phototheodolite gezeigt hatte, daß das Format desselben für die photogrammetrische Wiedergabe sämtlicher Details größerer Bauwerke etwas zu klein sei und da sich das quadratische Format für die Aufnahme von Baulichkeiten, deren längere Dimensionen abwechselnd eine horizontale Lage (Länge) oder eine vertikale Lage (Höhe) besitzen, mehr eignet als das rechteckige Format, welches bei einem Phototheodoliten nicht umgestellt werden kann und daher nur für Objekte bestimmter Form mit Vorteil anwendbar ist. Infolge dieses größeren Formates mußte natürlich die Kamera und mithin auch das ganze Instrument selbst in bedeutend größeren Dimensionen ausgeführt werden, wodurch sich in weiterer Folge das Gewicht des Instrumentes wesentlich vergrößerte. Um nun ein verhältnismäßig großes Gegengewicht zu vermeiden und die schwere Kamera sicher lagern und um ihre horizontale Achse bewegen zu können, wurde die zentrische Konstruktion des Instrumentes verlassen und der erste Hauptpunkt des Objektives nicht in die horizontale Achse des Instrumentes verlegt, sondern die Anordnung so getroffen, daß die Kamera bezüglich ihrer Achse ausbalanciert ist. Dadurch geht zwar der Vorteil der einfacheren Rekonstruktion verloren, doch wird das Gewicht des Instrumentes bedeutend geringer und die Inanspruchnahme der vertikalen Achse erfolgt nur in axialer Richtung.

Nach diesen für die allgemeine Disposition des Instrumentes maßgebenden Vorbemerkungen sei auf die besondere Einrichtung des Instrumentes, dessen Herstellung in dem mathematisch-mechanischen Institute von Rudolf & August Rost in Wien erfolgte, näher eingegangen.

Der Unterbau des Instrumentes (Fig. 4 und 5) entspricht vollkommen demjenigen eines Theodolites. In den Armen einer kurzen Zentralbüchse haben die zur Horizontalstellung des Instrumentes dienenden Stellschrauben ihre Muttergewinde, welche durch Lappenschrauben an die Stellschrauben angepreßt werden können, so daß die letzteren in ihrer Lage fixiert werden. Zur Versteifung des Unterbaues sind die drei Arme durch einen massiven Ring miteinander verbunden, welcher es gleichzeitig ermöglicht, das Instrument ohne Gefahr einer Beschädigung anfassen und transportieren zu können. In dem unteren Teile der Zentralbüchse befinden sich die Muttergewinde der Herz- oder Zentralschraube, welche durch eine größere Öffnung der Stativkopfplatte hindurchgeht und dadurch eine genaue Zentrierung des Instrumentes ermöglicht.

Mit der Zentralbüchse ist in der gewöhnlichen Art und Weise der Limbuskreis fest verbunden. Dieser Limbus hat einen Durchmesser von ungefähr 18 *cm* und trägt an seiner zylindrischen Mantelfläche die Gradteilung, deren kleinste Unterabteilung 20' beträgt. In der Mitte besitzt der Limbus eine kreisförmige Öffnung, durch welche ein mit der Zentralbüchse fest verschraubter vertikaler Achskörper hindurchgeht. Auf diesen Achs-

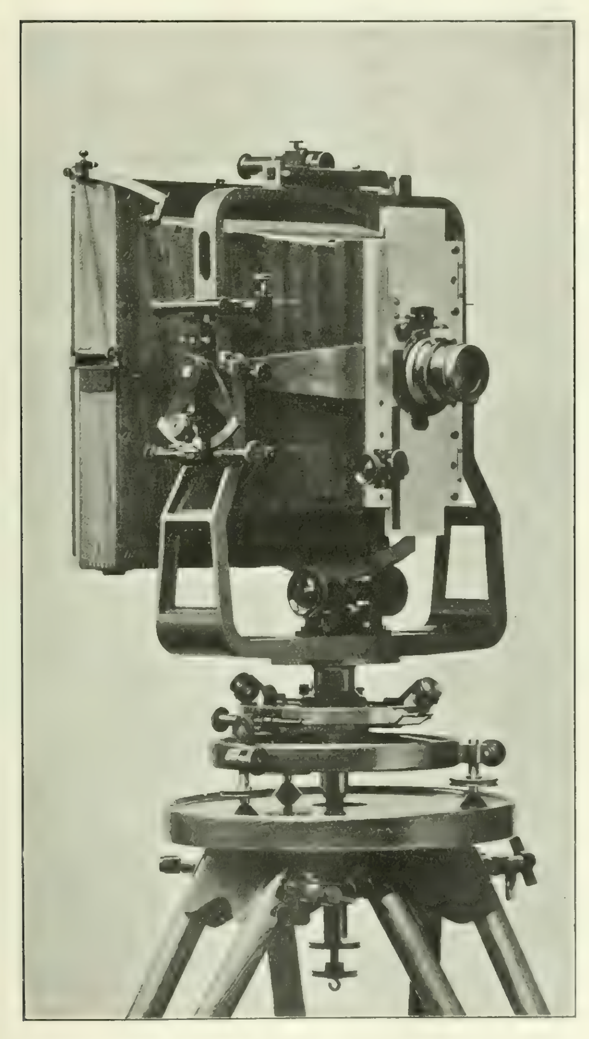


Fig. 4.

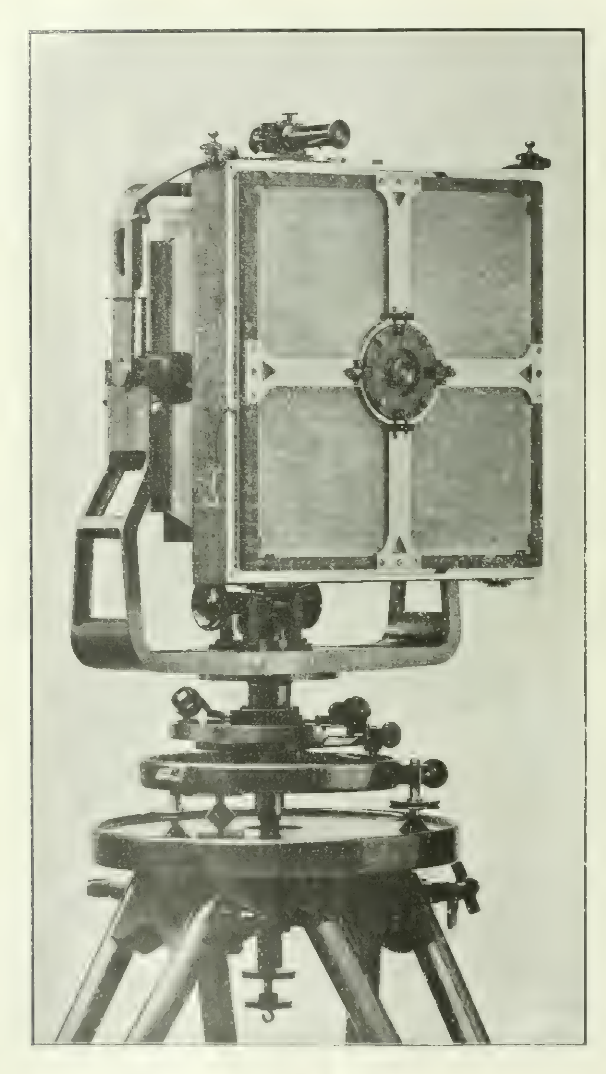


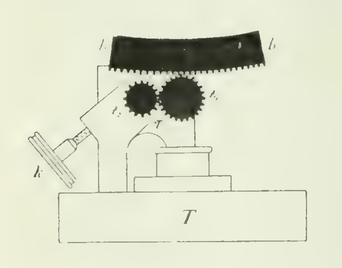
Fig. 5.

körper, welcher eine ziemlich bedeutende Höhe (zirka 6 *cm*) hat. ist durch Vermittlung einer zylindrischen Büchse die Alhidade aufgesetzt. Zum Schutze des geteilten Limbuskreises ist mit der Büchse eine mit diesem Kreise zirka gleich große Scheibe aus Stahlblech verbunden, welche einen nach abwärts gehenden Zylinder aus demselben Materiale trägt. Derselbe schützt die Teilung vor den schädlichen Einflüssen des Staubes und anderer Atmosphärilien. Zur Ablesung der beiden an der Deckplatte angeschraubten, diametral gegenüberliegenden Nonien sind in derselben zwei Ausschnitte vorgesehen. Die beiden Nonien haben eine Angabe von 1′, gestatten jedoch infolge der ziemlich bedeutenden Größe eines Noniusintervalles die sichere Schätzung von 30″. Zur Klemmung und Feinbewegung der Alhidade ist eine Zentralklemme sowie eine auf den Deckmantel des Limbus wirkende Mikrometerschraube vorgesehen und zur Vertikalstellung der Drehungsachse der Alhidade sind auf dem Deckmantel des Limbus zwei Kreuzlibellen angebracht. Mit dem oberen Ende der erwähnten Büchse ist der Träger des Instrumentenoberteiles in feste und äußerst solide Verbindung gebracht. Dieser Träger ist aus Gußeisen hergestellt und in seiner Querschnittsform derart gewählt und dimensioniert, daß er die für das Gewicht des Oberteiles notwendige Steifigkeit besitzt. Die beiden nach aufwärts gehenden Teile desselben haben an ihren Enden Y-förmige Lager, welche mit Messingbronze ausgekleidet sind und zur Aufnahme der horizontalen Achse der eigentlichen photographischen Kamera dienen.

Die photographische Kamera, welche aus Holz hergestellt ist, hat die Form eines Prismatoides, dessen eine Grundfläche ein Quadrat mit einer Seitenlänge von zirka 280 *mm* ist, während die zweite Grundfläche durch ein Rechteck mit den Dimensionen 235×105 *mm* gebildet wird. Mit der vorderen, rechteckigen Grundfläche sind durch einen Rahmen aus Gußeisen mit entsprechend gestalteten Ansätzen die konaxialen Achszapfen verbunden, mit welchen die ganze Kamera in den Lagern des Trägers liegt. Die Dimensionen des die Kamera mit ihren Achsen verbindenden Teiles sind so gewählt, daß die Achse, um welche sich die Kamera dreht, durch den Schwerpunkt der vollständig adjustierten und mit der Mattscheibe versehenen Kamera hindurchgeht, so daß die zur Kippung der Kamera vorhandene Vorrichtung nicht schädlich beansprucht wird. Zu dieser Drehung um die Achse, sowie zur Feststellung der Kamera in jeder beliebigen Lage ist mit der Unterseite der Kamera ein gezahnter Kreisbogen aus Stahl derartig verschraubt, daß sein Mittelpunkt in die horizontale Achse der Kamera fällt. In diesen Zahnbogen greift ein kleines Zahnrädchen ein, welches durch eine rändierte Schraube gedreht werden kann. Die Fig. 6 erläutert das Detail dieser Bewegungsvorrichtung. In derselben bezeichnet b den Zahnbogen, welcher mit dem Zahnrädchen z_1 im Eingriffe steht, und in welches ein zweites etwas kleineres Zahnscheibchen z_2 eingreift, mit dessen Welle w die beiden rändierten Scheiben r_1 und r_2 in fester Verbindung stehen. Die Wellen beider Zahnrädchen haben ihre Lager in den mit dem unteren Teile des Kameraträgers T verschraubten kleinen Ständern τ_1 und τ_2. Die Fixierung dieses ganzen Triebwerkes erfolgt durch die Zentral-

klemme k, die in einem entsprechenden Ansatze des einen Ständers τ_1 ihre Muttergewinde hat. Die Verbindung zweier Zahnrädchen zur Übertragung der Bewegung wurde deshalb gewählt, um durch die Vermehrung der Reibung eine selbsttätige Drehung der Kamera infolge eines kleinen Übergewichtes derselben bei geöffneter Klemme k zu vermeiden und auch die Durchmesser beider Zahnrädchen erhielten eine verschiedene Größe, um die beschriebene Bewegungsvorrichtung auch zur mikrometrischen Drehung der Kamera brauchbar zu machen.

Mit dem an der Vorderfläche der Kamera angebrachten Metallrahmen sind die beiden metallenen Führungsleisten für die den Objektivring tragende Objektivplatte verbunden. Zur vertikalen Bewegung der Objektivplatte in den schwalbenschwanzförmig gestalteten Führungen dient ein Zahntrieb, welcher aus einer an der Platte angeschraubten Zahnstange und einem durch einen Schraubenkopf in einem Ansatze der einen Führungsleiste drehbaren Zahnscheibchen besteht. Durch eine Klemmschraube kann die Feststellung der Objektivplatte in jeder beliebigen Höhe vorgenommen



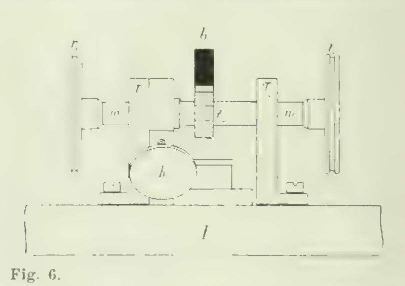


Fig. 6.

werden und zur Messung der vertikalen Bewegung des Objektives ist mit der einen Führungsleiste ein Millimetermaßstab verschraubt, welcher durch einen Nonius, dessen Angabe 0,1 *mm* beträgt, abgelesen werden kann.

In den mit der Objektivplatte verbundenen Objektivring ist das Objektiv eingeschraubt. Dasselbe ist ein Orthostigmat von Steinheil in München mit der Öffnung 1 : 10 und einer Brennweite von rund 30 *cm*. Die mit dem Präzisionsfokometer von Hofrat Professor Dr. Anton Schell[1]) ausgeführten Untersuchungen ergaben für die optischen Konstanten dieses Objektives die folgenden Werte mit dem angegebenen mittleren Fehler:

Brennweite	f = 308·15 *mm* ± 0·04 *mm*
Interstitium (Abstand der beiden Hauptpunkte) .	i = 4·90 *mm*
Dicke des Systemes	d = 47·30 *mm*
Abstand des ersten Hauptpunktes vom vorderen Scheitel	a_1 = 21·26 *mm*

[1]) Dr. Anton Schell, Die Bestimmung der optischen Konstanten eines zentrierten sphärischen Systems mit dem Präzisionsfokometer, in den Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, Math.-naturw. Klasse, Bd. CXII, Abt. II a, Juli 1903.

Abstand des zweiten Hauptpunktes vom rückwärtigen Scheitel . . . . a_2 = 21·14 *mm*.

Zwischen den beiden Bestandteilen des Linsensystemes ist eine Irisblende angebracht, welche die Abblendung des Objektives bis auf $\frac{f}{7 \cdot 1}$ ermöglicht.

Jener Teil der Objektivfassung, welcher die in den Objektivring einzuschraubenden Gewinde enthält, hat eine ziemlich bedeutende Länge (22 *mm*), so daß auf ihn eine größere Anzahl von Schraubengängen kommt, als dies für das einfache Festhalten des Objektives in seinem Ringe notwendig wäre. Dieses lange Gewinde hat den Zweck, die Einstellung des Objektives auf verschieden weit entfernte Objekte durch Verschraubung desselben vorzunehmen. Ist das Objektiv vollkommen in den Objektivring hineingeschraubt, so kommen sehr weit entfernte Objekte, für welche die Gegenstandsweite als unendlich groß gegenüber der Brennweite betrachtet werden kann, zur scharfen Abbildung auf der lichtempfindlichen Platte. Durch Herausschrauben des Objektives wird die Bilddistanz, welche für die unendlich weit entfernten Objekte mit der Brennweite des Objektives identisch ist, vergrößert und es kommen dadurch Objekte in kleineren Entfernungen zur deutlichen Abbildung. Ist f die Brennweite des Objektives und δ_0 die größte Verschraubung desselben, so ist die größte verwendbare Bildweite $f + \delta_0$, welcher eine bestimmte kleinste Gegenstandsweite D_0 entspricht. Aus der allgemeinen Linsengleichung

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{D_0} + \frac{1}{f + \delta_0}$$

ergibt sich diese Distanz D_0 mit

$$D_0 = \frac{f^2}{\delta_0}. \qquad (1)$$

Für das vorliegende Instrument ist $f = 300\,mm$ und $\delta_0 = 15\,mm$, so daß sich für D_0 der Wert von $6\,m$ ergibt. Da aber durch diese Verschraubung die für die Einstellung auf Unendlich bestimmte Bilddistanz geändert wird, ist die Kenntnis der linearen Verschiebung des Objektives erforderlich. Diese Veränderung δ der Bilddistanz ergibt sich, wenn die Ganghöhe g des Schraubengewindes bekannt ist und die bei der Verschraubung gemachten Umdrehungen n^r gezählt werden, aus der Gleichung

$$\delta = g \, . \, n^r \qquad (2)$$

Zur Zählung dieser Umdrehungen ist mit dem Objektivringe eine kleine, rechteckige Lamelle verbunden, auf welcher durch vertikale Striche Intervalle bezeichnet sind, welche der Ganghöhe der Schraube entsprechen. Zur Ablesung dieser Teilung ist ein zylindrischer Teil der Objektivfassung versilbert und auf ihm ein Kreis eingerissen, welcher bei der Verschraubung des Objektives nahe an der unteren Kante der erwähnten Lamelle vorbeigeht. Um außerdem noch die Bruchteile der Umdrehungen bestimmen zu können, ist der erwähnte zylindrische Teil der Objektivfassung an seinem Umfange in 10 Teile geteilt und als Index für diese Teilung gilt

die untere Kante der Lamelle. Infolge dieser Einrichtung ist es möglich, die Zahl n bis auf Hundertstel anzugeben und die Änderung der Bilddistanz nach der obigen Gleichung zu bestimmen. Für das vorstehend beschriebene Instrument ist $g = 1\,mm$, so daß die Anzahl der Umdrehungen sofort die Änderung der Bilddistanz in Millimetern ergibt.

Mit dem rückwärtigen Teile der hölzernen Kamera ist ein prismatischer Rahmen R (Fig. 7) aus 1·5 *mm* starkem Messingblech verschraubt, dessen quadratische Öffnung eine Seitenlänge von 300 *mm* besitzt. In der Mitte der horizontalen und vertikalen Seitenflächen dieses Rahmens sind dreieckige Marken $h\,h$ und $v\,v$ aus Messing so angebracht, daß die durch diese vier Marken bestimmten zwei Geraden genau aufeinander normal stehen. Außerdem sind an diesen Seitenflächen die kleineren Marken m, deren Abstände untereinander, sowie von den größeren Marken $h\,h$ und $v\,v$ genau je 50 *mm* betragen, befestigt. In der Mittellinie jeder Marke befindet sich

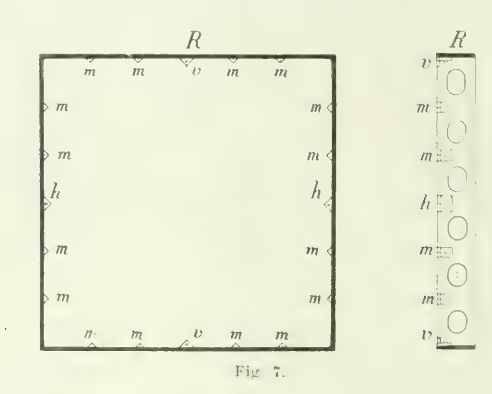


Fig. 7.

ein feines, kreisförmiges Löchelchen. Dieser Markenrahmen wird durch einen ebenfalls mit der Kamera fest verbundenen, prismatischen Holzkasten umschlossen, an dessen rückwärtige offene Seitenfläche sich ein zweiter, ziemlich massiver Metallrahmen anlegt. Derselbe ist mit dem prismatischen Teile der Kamera an der unteren Seite durch zwei Scharniere verbunden, während er oben zwei um Gelenke drehbare Bügel trägt, die in entsprechenden an der Kamera angebrachten metallenen Führungen laufen. Durch zwei in jedem Bügel befindliche Einkerbungen und durch Federn, die in den Führungen vorgesehen sind, erfolgt eine selbsttätige Feststellung dieser Bügel in ihren beiden Grenzlagen. Dieser aufklappbare Rahmen ist weiters mit der Kamera durch einen lichtdichten, namentlich in den Ecken sehr sorgfältig hergestellten Lederbalg verbunden, so daß zwischen dem Rahmen und der Kamera kein Licht in das Innere der letzteren eintreten kann. In dem Rahmen befinden sich oben und unten Nuten, in welche die Mattscheibe, respektive die mit der lichtempfindlichen Platte beschickte Kassette eingeschoben werden kann.

Die Mattscheibe besteht aus zwei miteinander verbundenen quadratischen Rahmen, von welcher der eine aus Metall, der zweite aus Holz hergestellt ist und von welchen der erstere die zur Einführung der Mattscheibe in den aufklappbaren Rahmen erforderlichen Federn hat, während in den Holzrahmen die innen matt geschliffene Glasplatte eingeschnitten ist. An der Außenseite ist mit dem Holzrahmen ein Metallkreuz verschraubt, dessen Mittelstück die Form eines Kreisringes besitzt. In den vier Armen dieses Kreuzes sind an jenen Stellen, an denen sich im Innern die Marken *hh* und *vv* befinden, Öffnungen angebracht. Der Markenrahmen, die Mattscheibe und der aufklappbare Rahmen sind so dimensioniert, daß die eingeschobene Glasscheibe im geschlossenen Zustande des Rahmens mit ihrer inneren Fläche den rückwärtigen Teil des Markenrahmens berührt. Mit dem ringförmigen Mittelstück des Kreuzes ist ein zweiter Metallring in Berührung, welcher in seiner Mitte ein Ramsdensches Okular und ein vor demselben befindliches Fadenkreuz enthält. Festgehalten wird der Okularring durch vier Schrauben, deren Muttergewinde auf das Metallkreuz aufgeschraubt sind. Da diese Schrauben eine größere Spindellänge haben, als dies für das einfache Festhalten erforderlich wäre, ist es auch möglich, mit Hilfe dieser Schrauben den Okularring auf dem Kreuze in beliebiger Richtung zu verschieben.

Das Okular, welches eine Äquivalentbrennweite von rund 9 *mm* besitzt, ist in einer zylindrischen Fassung verschraubbar und bildet mit dem Objektive der Kamera ein astronomisches Fernrohr von 34maliger Vergrößerung. Da das Objektiv infolge seiner Verschiebbarkeit im vertikalen Sinne verschiedene Höhenlagen einnehmen kann, ist die das Fadenkreuz und das Okular enthaltende Fassung um eine durch zwei Spitzenschrauben gebildete horizontale Achse, welche durch den Kreuzungspunkt des horizontalen und des vertikalen Fadens hindurchgeht, drehbar. Das Fadenkreuz selbst besteht aus zwei aufeinander senkrechten Strichen, welche auf Glas mikrophotographisch dargestellt sind. Um den einen dieser Striche auf die Richtung der Kameraachse normal stellen zu können, ist das ganze Diaphragma in der Fassung um den Kreuzungspunkt drehbar; außerdem ist die ganze Diaphragmaplatte in vertikalem Sinne in ihrer Fassung verschiebbar, was den Zweck hat, den Kreuzungspunkt genau in die oben erwähnte Achse der Okularfassung zu bringen. Wichtig ist es ferner, daß der Kreuzungspunkt des Fadenkreuzes in der matt geschliffenen Ebene der Glasplatte liegt, da in diesem Falle das Bild eines anvisierten Objektes auch auf der an Stelle der Mattscheibe eingesetzten lichtempfindlichen Platte vollkommen deutlich und scharf erscheint. Erfüllbar ist diese Bedingung dann, wenn die durch die Spitzenschrauben gebildete Achse des Okulares in der definierten Ebene der Mattscheibe liegt. Die dem Instrumente beigegebenen Kassetten sind auseinanderklappbare Doppelkassetten aus Holz mit Jalousieumlegeschieber und Federverschluß und ihre Dimensionen sind derart gewählt, daß der mit ihnen beschickte umklappbare Rahmen der Kamera nach dem Aufziehen des Kassettendeckels geschlossen werden kann und daß im geschlossenen Zustande des Rahmens der Marken-

rahmen in Berührung mit der lichtempfindlichen Platte kommt. Damit diese Berührung längs des ganzen Umfanges des Rahmens stattfindet, befinden sich hinter der Platte — an der Zwischenwand der Kassette — Stahlfedern, durch welche die Platte an den Rahmen angepreßt wird. Im Gegensatze zu den Kassetten gewöhnlicher photographischer Apparate, sind bei den Kassetten des beschriebenen Instrumentes vier Federn vorgesehen, welche auf die Ecken der Platte wirken. Dadurch ist die Gefahr beseitigt, daß die Platte durch den Druck auf ihre Mitte durchgebogen wird.

Als weiterer sehr wichtiger Bestandteil des Instrumentes ist der zur Messung von Vertikalwinkeln dienende Höhenkreisbogen samt seinen Ablese- und Versicherungsvorrichtungen zu erwähnen. Dieser Höhenbogen ist mit der Kameraachse in fixe Verbindung gebracht, umfaßt 80° und ist mit einem kleinsten Intervalle von 20′ hergestellt. Seine Bezifferung ist eine durchlaufende und der in der Mitte der Teilung liegende Strich ist mit 0 beziffert und entspricht der horizontalen Lage der Bilddistanz. Zur Ablesung dieses Höhenbogens ist ein Nonius vorgesehen, dessen Angabe 1′ beträgt und der eine sichere Schätzung bis auf 30″ gestattet. Der auf die Kameraachse aufgesteckte Noniusträger trägt eine Libelle und wird durch ein mit dem Kameraträger verbundenes Mikrometerwerk in seiner Stellung fixiert.

Außer diesen im Vorhergehenden beschriebenen Hauptbestandteilen weist das Instrument eine Reihe weiterer Bestandteile auf, deren Bedeutung jedoch mehr sekundärer Natur ist, da sie entweder zur Rektifikation oder zur Aufstellung des Instrumentes in einem gegebenen Standpunkte oder zur Kontrolle der unveränderten Stellung des Instrumentes dienen. Diese Nebenbestandteile sind:

1. Eine auf die Achse der Kamera aufsetzbare Reiterlibelle. Dieselbe ist eine Röhrenlibelle, bei welcher der Winkelwert eines Skalenteiles 12″ beträgt, und welche mit den üblichen Korrektionsvorrichtungen versehen ist. Die Reiterlibelle dient zur Horizontalstellung der Drehungsachse der Kamera, beziehungsweise zur Senkrechtstellung dieser Achse auf die Umdrehungsachse der Alhidade.

2. Eine Röhrenlibelle, welche mit der Kameraachse fest verbunden werden kann und deren Längsrichtung auf der Richtung dieser Achse normal steht. Die Verbindung dieser Libelle mit der Achse geschieht durch einen Ring, der sich wohl um die Achse drehen läßt, jedoch durch Anziehen einer zentral wirkenden Klemmschraube mit dieser in feste Verbindung gebracht werden kann. Mit diesem Ringe ist einerseits die Libelle und anderseits ein nach abwärts gehender Arm verbunden, der zwischen zwei Federn, welche an der Innenseite des Alhidadenträgers befestigt sind, eingeklemmt ist. Das Libellenrohr selbst kann durch eine Schraube mit rändiertem Kopfe auf einer Unterlage eine Neigungsänderung erfahren. Diese Libelle dient zur Konstatierung der unveränderten Lage der Kamera bei Einführung der Kassette mit der lichtempfindlichen Platte, respektive wird es durch sie ermöglicht, die Kamera, welche durch die schwere Kassette vielleicht etwas aus ihrer Lage gebracht wird, wieder in dieselbe Stellung zu bringen, welche sie vor der Einführung der Kassette hatte.

3. Eine kleine Röhrenlibelle, welche direkt mit der Kamera verbunden ist und deren Zweck es ist, die Ebene des Markenrahmens und damit auch die Ebene der lichtempfindlichen Platte rasch vertikal stellen zu können.

4. Eine röhrenförmige Bussole, die auf die obere Fläche der Kamera aufgeschraubt wird und welche eine solche Lage erhalten muß, daß die durch den Unterstützungspunkt der Magnetnadel und die Mitte der im Okulare befindlichen Spalte gebildete Nullrichtung der Bussole zur Distanzlinie der Kamera parallel ist, in welchem Falle es möglich ist, die Bussole zur absoluten Orientierung der Distanzlinie im Raume zu verwenden.

5. Eine aus Visier (Aufsatz) und Korn gebildete Visiervorrichtung, deren Visierlinie mit der Distanzlinie der Kamera in einer zur Kameraachse normalen Ebene liegt, und welche dazu benutzt werden kann, um die Distanzlinie näherungsweise in die Fluchtebene eines beliebigen Terrainobjektes zu bringen.

6. Ein Meßband zum Messen der Instrumentenhöhe, unter welcher man die Höhe der horizontal gestellten Kameraachse über den am Terrain markierten Aufstellungspunkt des Instrumentes versteht.

7. Ein Einstelltuch, d. i. ein Tuch aus vollkommen lichtdichtem schwarzen Stoffe, unter dessen Schutz der Beobachter das auf der Mattscheibe entstehende Bild eines Objektes betrachten und dasselbe durch Drehung der Kamera um die horizontale und vertikale Achse des Instrumentes an die von ihm gewünschte Stelle bringen kann.

III. Die Eigenschaften des Phototheodolites und seine Rektifikation.

Da sich die photogrammetrische Aufnahme irgend eines Objektes und die Rekonstruktion dieses Objektes auf Grund der durch die Aufnahme erhaltenen Photogramme auf bestimmte theoretische Prinzipien und Forderungen stützt, ist es notwendig, den Phototheodolit vor seiner Verwendung zu einer solchen Aufnahme auf jene Eigenschaften, welche zufolge der Theorie von ihm gefordert werden müssen, zu untersuchen und ihm diese Eigenschaften mit entsprechender Schärfe zu erteilen. Der Vorgang dieser Untersuchung und Berichtigung, die Justierung oder Rektifikation des Phototheodolites, läßt sich in bestimmte Gruppen einteilen, deren Trennung durch die Verwendung des Instrumentes zu verschiedenen, in sich abgeschlossenen Operationen und Arbeiten von selbst gegeben ist.

1. Vorbereitende Rektifikationen.

Zu dieser Gruppe gehört die Untersuchung und Berichtigung jener Eigenschaften, welche für die richtige Aufstellung des Instrumentes in einem bestimmten Standpunkte erforderlich sind, beziehungsweise als Grundlage für die später auszuführenden Untersuchungen dienen. Sie umfaßt die Rektifikation der auf der Alhidade angebrachten Kreuzlibellen und der auf die Achse aufsetzbaren Reiterlibelle und bezieht sich dementsprechend auf die Berichtigung folgender Eigenschaften:

a) Die Richtungen der in den Marken der Kreuzlibellen gedachten Haupttangenten müssen die Umdrehungsachse der Alhidade unter einem Winkel von 90° kreuzen, d. h. die Alhidadenachse muß vertikal sein, sobald beide Libellen gleichzeitig einspielen.

Diese Eigenschaft wird in der bei allen geodätischen Instrumenten gebräuchlichen Art und Weise untersucht und berichtigt.

b) Die Haupttangente der auf die Kameraachse aufgesetzten Reiterlibelle muß zur mathematischen Drehungsachse der Kamera parallel sein. Die zur Berichtigung dieser Eigenschaft erforderlichen Operationen teilen sich in zwei Teile, von denen der erste den Zweck hat, die in der Marke der Libelle den tonnenförmigen Schliff derselben berührende Ebene zur Kameraachse parallel zu stellen, während durch den zweiten Teil die Haupttangente selbst in eine zur Achse parallele Lage gebracht wird. Der Vorgang der Berichtigung ist analog wie bei den übrigen geodätischen Instrumenten, weshalb hier nur auf diese hingewiesen sei.

2. Die Rektifikation des Phototheodolites als Horizontalwinkel Meßinstrument.

Wie bei jedem Instrumente, welches zur Messung horizontaler Winkel verwendet wird, müssen auch bei einem Phototheodoliten die beiden zur Winkelmessung benutzten Fundamentalebenen, von welchen die eine die Ebene des geteilten Kreises ist und die andere durch die um die horizontale Achse drehbare Visierlinie gebildet werden soll, aufeinander senkrecht stehen. Diese Bedingung ist dann erfüllt, wenn die drei Achsen des Phototheodolites (vertikale Umdrehungsachse des Instrumentes, horizontale Drehachse der Kamera und Visierlinie des zur Messung der Horizontalwinkel benutzten Fernrohres) wechselweise Richtungsunterschiede von 90° aufweisen, die Alhidadenachse auf dem Limbus normal steht, und der Vertikalfaden des Fadenkreuzes die Kameraachse senkrecht kreuzt. Diese Eigenschaften werden in folgender Reihenfolge untersucht und berichtigt.

a) Die Alhidadenachse soll auf der Ebene des geteilten Kreises normal stehen. Bei dem heutigen Stande der Präzisionsmechanik ist die Untersuchung dieser Eigenschaft nicht notwendig und es kann dieselbe als tatsächlich vorhanden angesehen werden, da der Mechaniker die notwendigen Mittel besitzt, das Instrument bezüglich dieser Eigenschaft vollkommen fehlerfrei herzustellen.

b) Die Drehungsachse der Kamera soll mit der Richtung der Alhidadenachse einen Winkel von 90° einschließen. Die diesbezügliche Untersuchung und Rektifikation wird in derselben Art wie bei einem gewöhnlichen Theodolite ausgeführt. Die rektifizierte Reiterlibelle wird auf die Kameraachse aufgesetzt, mit den Stellschrauben zum Einspielen gebracht und ein nach der Drehung der Alhidade um 180° eventuell auftretender Ausschlag zur Hälfte durch Hebung oder Senkung des einen Endes der Kameraachse behoben. Zur Veränderung der Höhenlage des einen Achsenendes ist der zur Unterstützung derselben dienende Teil des Trägers durch einen Säge-

schnitt in zwei gegeneinander federnde Teile gespalten und zur Fixierung, beziehungsweise Änderung der relativen Lage dieser beiden Teile sind zwei Schrauben, eine Druckschraube und eine Zugschraube, vorgesehen.

Nach der Berichtigung dieser Eigenschaft kann die Alhidadenachse mit der Reiterlibelle in der gewöhnlichen Weise scharf vertikal gestellt werden.

c) Die durch den zweiten Hauptpunkt des Kameraobjektives und den Fadenkreuzungspunkt gebildete Visierlinie muß auf der Achse der Kamera senkrecht stehen.

d) Die Richtung des Vertikalfadens soll mit der Richtung der Kameraachse einem Winkel von 90^0 einschließen.

Da die Lage des Kreuzungspunktes des Fadenkreuzes jedoch noch anderen Bedingungen genügen muß, kann die Rektifikation des Phototheodolites bezüglich dieser Eigenschaften erst dann vorgenommen werden, wenn die Stellung dieses Fadenkreuzes vollkommen fixiert und das Instrument dementsprechend justiert ist. Es wird daher die Rektifikation der beiden letztgenannten Eigenschaften an einer späteren Stelle erörtert werden.

3. Die Rektifikation des Instrumentes rücksichtlich der Herstellung richtiger perspektivischer Bilder mit bekannter Orientierung und gegebenen Konstanten.

Damit die mit dem Phototheodoliten erzeugten perspektivischen Bilder in richtiger Weise zur Rekonstruktion des aufgenommenen Objektes verwendet werden können, müssen die drei durch das Instrument gegebenen Fundamentalebenen der Perspektive wechselweise aufeinander senkrecht stehen. Als diese Fundamentalebenen sind zu bezeichnen:

1. Die Bildebene, deren Ort und Lage durch den mit der Kamera verbundenen Markenrahmen gegeben ist.

2. Die durch den zweiten Hauptpunkt des Kameraobjektives und die Verbindungsgerade der beiden Markenspitzen *h h* bestimmte Horizontalebene und

3. die Vertikalebene, unter welcher man die durch die Verbindungsgerade der Marken *v v* und den zweiten Hauptpunkt des Objektives gelegte Ebene versteht. Damit nun diese drei Ebenen in der oben angegebenen Beziehung zueinander stehen, muß das Instrument bezüglich folgender Eigenschaften untersucht werden.

a) Wenn bei horizontal aufgestelltem Instrumente der Nullpunkt des Nonius am Höhenbogen mit dem Nullpunkte der zugehörigen Teilung koinzidiert und die Vertikalkreislibelle einspielt, so muß die Ebene des Markenrahmens vertikal sein.

Zur Berichtigung des Instrumentes bezüglich dieser Eigenschaft bringt man die Vertikalkreislibelle bei vertikal gestellter Alhidadenachse mit ihrer Mikrometerschraube zum Einspielen und dreht die Kamera um ihre Achse so lange, bis der Nullpunkt des Höhenbogens mit dem Nullpunkte des zugehörigen Nonius zusammenfällt. Hierauf stellt man in einer Entfernung von zirka 10 bis 20 *m* von dem Phototheodolite ein scharf rektifiziertes

Nivellierinstrument horizontal auf und bringt den Zielpunkt einer mit einer Zielscheibe versehenen Latte scharf in den Horizont des Nivellierinstrumentes. Hierauf beobachtet man mit dem Nivellierfernrohre das von der spiegelnden Mattscheibe des Phototheodolites reflektierte Bild der Zielscheibe. Ist nun in Fig. 8 E die Trasse der spiegelnden Ebene der Mattscheibe, von welcher vorausgesetzt werde, daß sie gegen die Lotrichtung um den Winkel ε geneigt ist, und P der Zielpunkt, dessen Höhenlage durch die Visierebene des Nivellierinstrumentes festgelegt ist, so ergibt sich das durch die Ebene E erzeugte Bild P' dieses Zielpunktes, indem man auf der Normalen PQ die Strecke $QP' = PQ$ aufträgt. Wie aus der Figur ersichtlich ist, hat das Bild P' eine andere Höhenlage als der Zielpunkt P, und zwar ist der Höhenunterschied zwischen beiden $RP' = h = 2\,D\,.\,sin\,\varepsilon$, wenn mit D die normale Entfernung

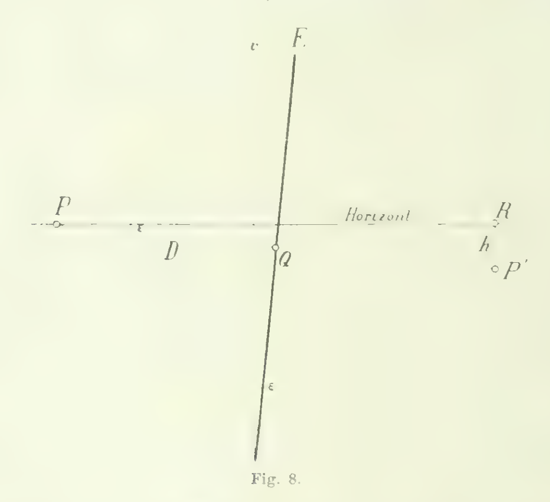


Fig. 8.

des Zielpunktes von der spiegelnden Ebene bezeichnet wird. Es wird daher das Bild P' oberhalb oder unterhalb des Horizontalfadens des Nivellierinstrumentes liegen, wenn die spiegelnde Ebene eine Neigung gegen die Lotlinie besitzt und nur dann am Horizontalfaden erscheinen, wenn $\varepsilon = o$ ist. Zeigt sich daher eine Abweichung des Bildes P' vom Horizontalfaden des Nivellierinstrumentes, so ist die Kamera so lange um ihre Achse zu drehen, bis das Bild des Punktes P am Horizontalfaden des Nivellierfernrohres liegt. Die dadurch hervorgerufene Abweichung des Noniusnullpunktes von dem Nullpunkte der Teilung wird dann durch Drehung der entsprechenden Mikrometerschraube beseitigt und die infolgedessen aus dem Spielpunkte tretende Vertikalkreislibelle mit ihren Justierschrauben zum Einspielen gebracht. In dieser richtigen Stellung des Markenrahmens kann nun gleichzeitig die an der Kamera befestigte Libelle justiert werden, indem man sie mit ihrer Rektifikationsvorrichtung zum Einspielen bringt.

b) Die Horizontalebene, gebildet durch die Verbindungsgerade der Marken *h h* und den zweiten Hauptpunkt des Objektives, muß auf der Bildebene normal stehen, also eine horizontale Lage haben, wenn die Bildebene vertikal ist. Zur Untersuchung dieser Eigenschaft denkt man sich dieselbe in zwei Teile zerlegt, welche folgendermaßen lauten:

α) Die Verbindungsgerade der Marken *h h* muß die vertikale Umdrehungsachse des Instrumentes senkrecht kreuzen und

β) der zweite Hauptpunkt des Objektives muß bei vertikal gestellter Bildebene in der durch die horizontale Gerade *h h* gelegten horizontalen Ebene liegen.

ad α) Das Instrument wird scharf horizontal aufgestellt, in welcher Stellung die Verbindungsgerade der Marken *h h* eine horizontale Lage haben soll. Um die Richtigkeit der Lage dieser Geraden festzustellen, kann man nach zweierlei Methoden vorgehen, von denen sich die erste für eine im Felde auszuführende Rektifikation empfiehlt, während die zweite, schärfere Methode für die Untersuchung im ständigen Aufenthaltsorte des Beobachters geeignet ist.

Für die Durchführung der ersten Methode ist dem Instrumente eine zweite Mattscheibe beigegeben, deren Konstruktion und Einrichtung mit derjenigen der früher besprochenen mit dem einzigen Unterschiede identisch ist, daß dieselbe kein Okular besitzt. Auf der Innenseite der in dieser Mattscheibe enthaltenen Glasplatte sind zwei zueinander senkrechte, sehr feine Linien verzeichnet, die eine solche Lage haben, daß sie nach Einführung der Mattscheibe in die Kamera genau die Spitzen der vier Marken *h h* und *v v* treffen, so daß sie also gewissermaßen die Verbindungsgeraden dieser Marken ersichtlich machen. Mit dieser Mattscheibe ist es nun auf folgende einfache Weise möglich, die Lage der Horizontallinie zu kontrollieren. Man sucht sich einen markanten, nicht zu weit entfernten Punkt auf, welcher ungefähr im Horizonte des Phototheodolites liegt und bringt das auf der Mattscheibe entstehende Bild dieses Punktes durch Drehung der Kamera um ihre beiden Achsen zur Koinzidenz mit dem einen Ende der auf der Mattscheibe verzeichneten Horizontlinie. Hierauf wird die Alhidade des Phototheodolites um ihre vertikal gestellte Achse so lange gedreht, bis das Bild des Punktes in die Nähe der zweiten Horizontalmarke kommt, worauf man nachsieht, ob der Bildpunkt auch in dieser Stellung auf der Horizontallinie liegt. Verläßt der Bildpunkt bei der Drehung der Kamera die Horizontallinie, so ist dies ein Zeichen, daß die letztere mit der vertikalen Drehachse des Instrumentes einen von 90⁰ verschiedenen Winkel einschließt und es muß die erforderliche Berichtigung vorgenommen werden. Diese Berichtigung erfolgt dadurch, daß die ganze Kamera in dem erforderlichen Sinne gedreht wird. Diese Verdrehung gegen die mit der Horizontalachse verbundene Metallplatte ist dadurch ermöglicht, daß die diese beiden Teile miteinander verbindenden Schrauben durch etwas größere Löcher der Kamera hindurchgesteckt sind und in der Metallplatte ihre Schraubengewinde haben.

Die zweite Methode der Untersuchung besteht darin, daß man ein rektifiziertes Nivellierinstrument verwendet, welches man hinter dem Photo-

theodolite, von dem die Mattscheibe vollkommen entfernt wird, so aufstellt, daß die Objektivmitte des horizontal gestellten Nivellierfernrohres nahezu in derselben Höhe wie die Marken *h h* des vertikal gestellten Markenrahmens liegt. Indem man dann das Fernrohr des Nivellierinstrumentes nach der einen Horizontalmarke richtet und die Nivellierlibelle scharf zum Einspielen bringt, kann man die Kamera mittels des auf den Zahnbogen wirkenden Getriebes so lange heben oder senken, bis das Bild der Markenspitze genau am Horizontalfaden des Nivellierfernrohres erscheint. Dreht man nun die Kamera um die vertikale Alhidadenachse, bis die zweite Horizontalmarke im Gesichtsfelde des Nivellierinstrumentes erscheint, so kann man sofort angeben, ob die Horizontallinie die richtige Lage hat, oder ob eine Verdrehung der Kamera notwendig ist.

Ist das Instrument bezüglich dieser Forderung berichtigt, so hat man weiters zu untersuchen, ob die durch die Markenspitzen gegebene Horizontallinie zur Kameraachse parallel ist. Hat man daher die obige Untersuchung bei vertikaler oder mindestens nahezu vertikaler Markenebene ausgeführt, so neigt man die Kamera so stark als möglich und wiederholt die angeführten Beobachtungen. Ergibt sich dabei, daß die Horizontallinie nicht horizontal ist, so besteht zwischen ihr und der Kameraachse nicht die geforderte Beziehung. Eine zur Berichtigung dienende Vorrichtung ist nicht vorhanden und es muß dieselbe daher vom Mechaniker vorgenommen werden.

ad β) Die vertikale Umdrehungsachse des Phototheodolites und sein Markenrahmen wird genau vertikal gestellt, das Objektiv vollkommen in seine Fassung hineingeschraubt und die Objektivplatte in ihre Mittelstellung gebracht. Hierauf stellt man ein Nivellierinstrument, dessen Fernrohr früher auf Unendlich eingestellt wurde, so vor dem Phototheodolite auf, daß sein Objektiv dem Kameraobjektive zugewendet ist und die Mitten beider in gleicher Höhe liegen. Dreht man nun die Kamera so um die Alhidadenachse, daß die Verbindungsgerade der einen Horizontalmarke mit dem zweiten Hauptpunkte des Kameraobjektives zur Visierlinie des Fernrohres ungefähr parallel ist, so kann man im Nivellierfernrohre das deutliche mit keiner Parallaxe behaftete Bild dieser Marke beobachten. Dieses Bild wird im Gesichtsfelde des Nivellierfernrohres im allgemeinen eine beliebige Lage einnehmen. Ist die Verbindungsgerade der Marke mit dem zweiten Hauptpunkte des Kameraobjektives horizontal, so muß das Bild der Marke am Horizontalfaden des Nivellierfernrohres erscheinen. Man braucht daher nur das Objektiv in vertikalem Sinne so lange zu bewegen, bis das Bild der Marke diese charakteristische Lage hat und erhält dann durch Ablesung an dem Maßstabe der Objektivplatte jenen Stand, bei welchem die angegebene Forderung erfüllt ist. Notiert man diese Normalstellung des Objektives, so kann man bei jeder Aufstellung die durch die Horizontallinie und den zweiten Hauptpunkt des Kameraobjektives gelegte Ebene auf die Bildebene normal stellen, beziehungsweise für jeden beliebigen Objektivstand angeben, in welchem Abstande von der Horizontallinie die Bildebene durch eine auf ihr senkrecht stehende und durch den zweiten Hauptpunkt gehende Ebene geschnitten wird.

c) Die durch den zweiten Hauptpunkt des Objektives und die Vertikallinie gelegte Ebene muß sowohl auf der Bildebene als auch auf der Horizontalebene senkrecht stehen.

Damit der zweite Teil dieser Forderung erfüllt ist, ist es nur notwendig, daß Horizontallinie und Vertikallinie miteinander einen Winkel von 90° einschließen. Diese Bedingung kann vom Mechaniker so scharf bei der Anbringung der Marken erfüllt werden, daß eine zu ihrer Berichtigung dienende Vorrichtung überhaupt nicht vorgesehen ist.

Die senkrechte Stellung der Vertikalebene gegen die Bildebene kann nur auf dem Wege der Rechnung festgestellt werden und es erfolgt dies gleichzeitig mit der Bestimmung der Bilddistanz. Auch für diese Eigenschaft ist eine Rektifikationsvorrichtung nicht vorgesehen, sondern es ergibt die Rechnung jenes Maß, um welches die Trasse der wahren Vertikalebene von der durch die beiden Vertikalmarken ersichtlich gemachten Geraden abweicht, welches Maß dann bei der Abnahme der Abszissen von den Photogrammen zu berücksichtigen ist.

4. Rektifikation der Eigenschaften, welche sich auf die Verbindung der Kamera mit dem Winkelmeßinstrumente beziehen.

Da die Bilddistanz im Raume orientiert werden muß, und da die Messung dieses Orientierungswinkels mit Benutzung des durch das Kameraobjektiv und das Okular gebildete Fernrohr erfolgt, muß die Visierlinie dieses Fernrohres mit der Bilddistanz zusammenfallen und auf der horizontalen Achse der Kamera normal stehen. Visierlinie und Bilddistanz haben einen ihrer Bestimmungspunkte, den zweiten Hauptpunkt des Objektives gemeinsam; sie fallen daher dann vollkommen zusammen, wenn auch die beiden anderen Punkte, welche mit dem Gaußschen Hauptpunkte die beiden genannten Linien ergeben, miteinander zur Deckung gebracht worden sind. Es muß daher der Schnittpunkt der durch die Marken gegebenen Horizontal- und Vertikallinie mit dem Kreuzungspunkte der beiden Fäden des Fadenkreuzes koinzidieren. Dies wird dann der Fall sein, wenn die folgenden Eigenschaften erfüllt sind.

a) Die Achse der Okularfassung muß mit der Richtung der durch die Horizontalmarken hh bestimmten Horizontallinie zusammenfallen. Dieser Eigenschaft muß von Seite des Mechanikers bei der Herstellung des Instrumentes Rechnung getragen werden, da der Beobachter kein Hilfsmittel besitzt, eine diesbezügliche Untersuchung durchzuführen.

b) Der Kreuzungspunkt des horizontalen und vertikalen Fadens muß in der Drehungsachse der Okularfassung liegen. Um das Vorhandensein dieser Eigenschaft festzustellen, visiert man bei der Mittelstellung der Objektivplatte einen entfernten und möglichst markanten Punkt an. Kippt man nun das ganze Okular in seiner Fassung, so darf der Kreuzungspunkt den Bildpunkt nicht verlassen. Zeigt sich jedoch bei dieser Kippung eine scheinbare Bewegung des Bildpunktes, so ist dieselbe mit Hilfe der beiden in vertikalem Sinne auf die Diaphragmaplatte wirkenden Justierschräubchen zu beheben

c) Der Fadenkreuzungspunkt muß in den Schnittpunkt der Horizontal- und Vertikallinie fallen. Auch zu dieser Untersuchung können zwei Methoden verwendet werden.

Nach der ersten, einfacheren Methode wird die Achse des Instrumentes mit Hilfe der Reiterlibelle vertikal gestellt und der Phototheodolit mit der Hilfsmattscheibe versehen. Hierauf wählt man sich einen möglichst markanten, im Horizonte des Phototheodolites gelegenen Raumpunkt und bringt das Bild dieses Punktes genau mit dem Schnittpunkte der auf der Mattscheibe gezogenen Horizontal- und Vertikallinie zur Koinzidenz. Ersetzt man nun die Hilfsmattscheibe durch die mit dem Okular versehene Mattscheibe, so muß der Bildpunkt auch mit dem Kreuzungspunkte des Fadenkreuzes zusammenfallen. Zeigt sich daher eine Abweichung des Bildpunktes von dem Kreuzungspunkte der Fäden, so ist der Okularring so lange mit den vier Korrektionsschrauben zu verschieben, bis die Koinzidenz dieser Punkte eintritt.

Soll die Rektifikation mit größerer Schärfe ausgeführt werden, so kann dies mit Hilfe eines rektifizierten Nivellierinstrumentes geschehen. Nachdem man die Alhidadenachse des Phototheodolites und die Ebene seines Markenrahmens scharf vertikal gestellt hat, stellt man die Objektivplatte auf jene Lesung ein, bei welcher die Ebene durch den zweiten Hauptpunkt und die Horizontallinie auf der Bildebene senkrecht steht und kollimiert das auf Unendlich eingestellte Nivellierinstrument auf die eine Horizontalmarke und ebenso durch darauffolgende Drehung der Kamera um ihre Achsen auf eine Vertikalmarke. Neigt man die Kamera wieder so lange, bis ihre Markenebene vertikal wird, so muß das Bild des Kreuzungspunktes des Okulares im Phototheodolite mit dem Kreuzungspunkte des Fadenkreuzes im Nivellierinstrumente zusammenfallen. Ist eine diesbezügliche Abweichung wahrnehmbar, so ist die Abweichung ebenfalls durch die vier Justierschrauben des Okularringes zu beseitigen.

Nachdem der Kreuzungspunkt des Fadenkreuzes durch den angegebenen Rektifikationsvorgang seine richtige Lage erhalten hat, kann nun die Visierebene bezüglich der unter 2 *c* und *d* angeführten Eigenschaften berichtigt werden.

ad 2 *c*. Man bringt das Objektiv in seine Normalstellung, visiert einen markanten, nahezu im Horizonte des Instrumentes gelegenen Punkt an und legt hierauf die Kamera um. Steht die Visierlinie auf der Kameraachse normal, so muß man in dieser umgelegten Lage der Kamera durch einfache Drehung derselben um ihre horizontale Achse imstande sein, den Bildpunkt mit dem Fadenkreuze zur Übereinstimmung zu bringen. Ist dies jedoch nicht möglich, so entspricht die sichtbare seitliche Ausweichung des Kreuzungspunktes dem doppelten Kollimationsfehler. Es muß daher die Visierlinie in ihrer Lage so lange geändert werden, bis diese Abweichung auf ihre halbe Größe herabgemindert ist. Der Kreuzungspunkt hat nach dem Früheren eine ganz bestimmte Lage, weshalb er zum Zwecke der Rektifikation des Kollimationsfehlers nicht verschoben werden darf und die Berichtigung durch die entsprechende Lageänderung des Objektives vorgenommen werden muß. Zu diesem Behufe ist der Objektivring mit einem rahmenartigen Ansatze

versehen, welcher eine mit der Objektivplatte fix verbundene prismatische Nase mit größerem Spielraume umgreift; zwei Justierschräubchen gestatten die Drehung des Objektivringes um die untere Verbindungsschraube desselben mit der Objektivplatte, wodurch das Objektiv um das erforderliche Maß seitlich verschoben werden kann.

ad 2 b. Mit dem obersten Punkte des Vertikalfadens wird ein markantes Objekt anvisiert und beobachtet, ob bei der Kippung der Kamera um ihre horizontal gestellte Achse der Bildpunkt den Vertikalfaden verläßt. Die erforderliche Berichtigung wird durch Verdrehung der Diaphragmaplatte vorgenommen. (Schluß folgt.)

Sur une question de priorité à propos du „Théorème de Hauck".

Par le Dr. Joseph M. Torroja à Madrid.

Les remarquables travaux du savant professeur de l'Ecole Polytechnique de Berlin—Charlottenburg, Dr. Guido Hauck, publiés en 1883 et 1884 sont considerés universellement comme la première étude géométrique du problème fondamental de la Photogrammétrie et le premier lieu où apparait indiquée la propriété — d'ailleurs très simple — qui sert de base à l'identification des points homologues en deux vues photographiques, et qui se désigne ordinairement sous le nom de „Théorème de Hauck".

Cependant quand ces articles parurent dans le renommé „Journal de Crelle", il y avait déjà vingt-et-un ans que presque toute la base fondamentale de la théorie photogrammétrique qu'ils contenaient avait été publiée dans une Revue Espagnole par un de nos écrivains scientifiques les plus distingués de cette époque.

L'article en question a pour titre „Topophotographie, c'est-à-dire, applications de la photographie à la levée des plans topographiques" et il occupe quinze pages dans la revue intitulée „La Asamblea del Ejército y la Armada = Revista de Ciencia, Arte é Historia Militar" — Ve Année — 2e Epoque — 3e Volume — Année 1862 — page 31.

Bien que son auteur signe seulement „A. T.", nous pouvons affirmer que c'est M. Antoine Terrero, Général de brigade, Professeur d'Astronomie et Géodésie et Chef d'Etudes à l'Ecole Supérieure d'Etat Major de l'Armée, Académicien fondateur de l'Académie Royale des Sciences Exactes Physiques et Naturelles de Madrid, et auteur de beaucoup d'oeuvres scientifiques portant principalement sur la Topographie et la Géodésie.

Nous ne vous souvenons point avoir vu en aucune ouvrage soit espagnole où étranger[1]), la moindre observation ou référence sur cet im-

[1]) Nous connaissons seulement ce qu'en dit indirectement le Commandant d'Etat Major M. Pierre de Zea dans le „Mémoire sur les applications de la photographie au service militaire" écrit en 1863.

portant travail: celà tenant sans doute à l'époque remontée où il fût écrit et à la brièveté de la vue qu'obtint la Revue qui le contenait.

* * *

Nous croyons donc accomplir un devoir de justice en faisant sortir de l'oubli un travail qui offre grand intérêt pour l'histoire générale de la Photogrammétrie, et surtout pour celle de l'Espagne.

Ce pays qui partage avec la France la paternité des travaux de Laussedat, puisque l'Académie des Sciences de Madrid les estima au point de leurs accorder la première récompense que son auteur reçut pour le levé du plan topographique de Le Buc, peut aussi s'enorgueillir de ce qu'un de ses fils ait établi les bases théorique de la Photogrammétrie vingt-et-un ans avant que celui qui jusqu'à présent se considerait comme leur véritable fondateur.

Il est aussi bien remarquable que le même général Terrero a été le proposant du thème de phototopographie pour le Concours ordinaire des Prix offerts par l'Académie pour l'an 1863[1]).

Ceci ne diminue en quoi que ce soit, le mérite et l'originalité des travaux de Hauck.

Terrero ne possedait pas les ressources fécondes de la Géométrie de la Position créée par v. Staudt quinze ans avant et presque méconnue en Espagne, tandis qu'en Allemagne on lui accordait déjà la trascendence qu'elle mérite: cette science avait été, au contraire, soigneusement étudiée par Hauck. C'est pourquoi l'oeuvre de Hauck est plus élevée que celle de son prédécesseur, mais c'est incontestable que la première a été écrite sans connaître la seconde puisque son auteur est décédé déjà en 1878.

Pour qu'il ne puisse avoir le moindre doute sur l'importance du travail dont nous nous occupons, nous allons présenter aux lecteurs de l'Archive un résumé de son contenu l'expliquant avec plus de détails ou copiant littéralement les passages de plus frappant intérêt. Il faut avoir constamment en compte la date éloignée à laquelle l'article fut écrit.

Terrero commence disant que la photographie nous donne un facile moyen d'obtenir des vues ou perspectives, c'est-à-dire des projections polaires ou centrales. Deux de ces projections, de même que deux projections orthogonales (système de Monge), déterminent la position des points et, par conséquent la forme et les dimensions des lignes et des surfaces. La transformation du système orthogonal dans le polaire est supposée connue par les applications de la Géométrie Descriptive à la Perspective linéaire et Terrero vient à s'occuper du problème inverse, soit du passage du système polaire dans l'orthogonal, et plus particulièrement — ajoute-t-il — de celui qui s'emploie dans les dessins topographiques, qui consiste en la projection horizontale de tous les points remarquables du terrain et un système de

[1]) On peut vérifier cela dans l'acte de la Séance célébrée par la Section des Sciences Exactes de l'Académie le 3 février 1862.

lignes horizontales imaginées en celui-ci (courbes de niveau) et dont les hauteurs relatives sont connues en vertu de conventions détérminées.

L'auteur continue ensuite à exposer, avec la clarté que pourra apprécier le lecteur, les conditions que deux points, un de chaque vue „doivent remplir“ pour pouvoir être des images d'un même point de l'espace: „De même que les deux projections orthogonales d'un point contiennent une de plus des données nécessaires pour détérminer sa position, et qu'il est pour cela necessaire que ces deux projections remplissent la condition de se trouver sur une perpendiculaire à la ligne de terre pour ne pas renfermer un absurde; de même les deux perspectives d'un point enferment aussi une donnée de plus et doivent également, pour ne pas tomber dans l'absurde, satisfaire une condition que nous allons déterminer. Appelons axe la ligne des pôles et plans visuels ceux qui sont menés par cet axe: alors pour que deux points tracés un sur chacun des cadres, puissent être des perspectives d'un même point de l'espace, il est nécessaire et suffisant que les rayons visuels respectifs se coupent à un point de l'axe, et par conséquent, se rencontrent sur un même plan visuel.

Cela posé, le système des plans visuels détermine par l'intersection de ceux-ci avec les cadres, un système de lignes sur chacun de ces cadres[1]). Chacune de ces lignes a sa ligne conjugée sur l'autre cadre, car les deux lignes doivent correspondre à un même plan visuel. D'où il résulte que pour que deux points (un sur chaque cadre) puissent être des perspectives d'un même point de l'espace, ils doivent appartenir à des lignes conjugées de ces deux systèmes.

Il s'ensuit aussi que deux points quelconques pris sur des lignes conjugées peuvent être des perspectives d'un point de l'espace; et que deux points situés sur des lignes non conjugées ne pourront point l'être.

Si les cadres coupaient l'axe, en chacun de ces points d'intersection toutes les lignes de chaque système se couperaient et si les deux cadres se coupaient entre eux, les lignes de chaque système couperaient l'intersection commune en différents points, mais en un même point chaque paire de lignes conjugées. Quand les cadres sont plans, comme on les a employé jusqu'à présent en Phototopographie, les lignes tracées sur eux par l'intersection des plans visuels seront des lignes droites.

En rabattant alors les cadres autour de leurs traces horizontales comme des charnières, il serait facile de contrôler la conformité des deux perspectives.

De ce qu'il y a une donnée de plus pour déterminer la position d'un point, soit par deux projections polaires, soit par deux orthogonales, l'on déduit l'impossibilité de choisir arbitrairement ces deux projections: et cela oblige à une construction qui permet de déterminer, une projection étant donnée, une ligne sur laquelle l'autre projection doit se trouver. Cette

[1]) Il faut remarquer que les cadres c'est-à-dire les surfaces sensibles ou les photographies se sont formées peuvent bien être d'autres surfaces que des plans. (p. e. surfaces cylindriques, sphériques etc.).

propriété offre, en autre, l'avantage important de laisser une ligne complètement déterminée par ses deux projections, puisque moyennant une construction plus on moins compliquée, l'on déduit les points de ces deux projections qui se correspondent réciproquement et appartiennent à un même point de la ligne originale qu'elles représentent. Autrement cela serait, si les lignes étaient determinées point à point, comme on s'est astreint à le faire quand elles se trouvent en un plan perpendiculaire à la ligne de terre si ce sont des projections orthogonales ou en un planvisuel si ce sont des projections perspectives ou polaires. Au même cas, les surfaces seraient aussi représentées point à point tandis que la circonstance indiquée permet qu'elles soient représentées par un système de lignes convenablement choisi."

Les phrases soulignées sont l'énoncé exact de ce que plus tard on appela le „Théorème de Hauck", et la priorité en appartient certainement à Terrero.

Mais on ne doit pas croire que ce soit l'unique point remarquable contenu dans les articles du „Journal de Crelle", et qui a été traité, bien avant, par le général espagnol.

* * *

Laissant pour un temps la partie géométrique de la théorie du problème Terrero s'occupe de la manière de choisir la série de stations qui doivent servir pour obtenir les vues photographiques, en reliant ces stations au moyen d'une chaine convenable de triangles, dont les angles et les cotés seront soigneusement mésurés, tout en déterminant en outre l'orientation de l'un de ceux-ci. L'auteur recommande l'emploi des photographies obtenues sur de plans verticaux, c'est-à-dire, avec des axes optiques en position horizontale, et il indique la nécessité de marquer clairement sur le cadre sa droite d'horizon et son centre ou point principal, en mésurant avec parfaite exactitude la distance qui sépare ce point du centre optique de l'objectif de la chambre photographique (distance locale).

Le savant académicien reprend ensuite l'étude géométrique du problème de la Photogrammétrie et avec clarté et concision, il expose le passage des projections centrales aux orthogonales c'est-à-dire, des vues photographiques à la planimétrie et altimétrie du terrain reproduit par celles-ci.

Certains détails excepté, Terrero continue à résoudre ce problème de la même manière que Hauck le fît en son oeuvre précieuse.

Pour que nos lecteurs puissent apprécier par eux-mêmes cette identité, nous reproduisons ici une partie des raisonnements du général Terrero. Il étudie séparément le cas où les rayons principals des perspectives sont horizontaux et le cas où ils ne le sont pas. Et il dit:

„Premier cas: Les deux rayons principaux des perspectives sont en position horizontale.

Prenons comme des plans horizontal et verticals de projection le plan géométrique ou objectif, et son perpendiculaire mené par la droite qui unit les deux points de vue, et soit $O\,O'$ la ligne de terre (figure 1). Marquons

sur cette ligne et selon l'échelle adoptée, la distance horizontale OO' entre les deux stations, et prenons sur les perpendiculaires menées par ses deux bouts, les hauteurs Oo et $O'o'$ des mêmes stations: nous aurons en (O, o) et (O', o') les centres de projection parfaitement déterminés. Si nous menons les droites KO et KO' formant avec la OO' des angles égaux à ceux qui ont été mésurés sur le terrain au moment de prendre les perspectives, ces deux droites seront les projections horizontales des axes optiques de l'appareil dans ses deux positions. Les droites VP et $V'P$, menées perpendiculairement à OK et $O'K$ par les points H et H', situés à des distances OH et $O'H'$,

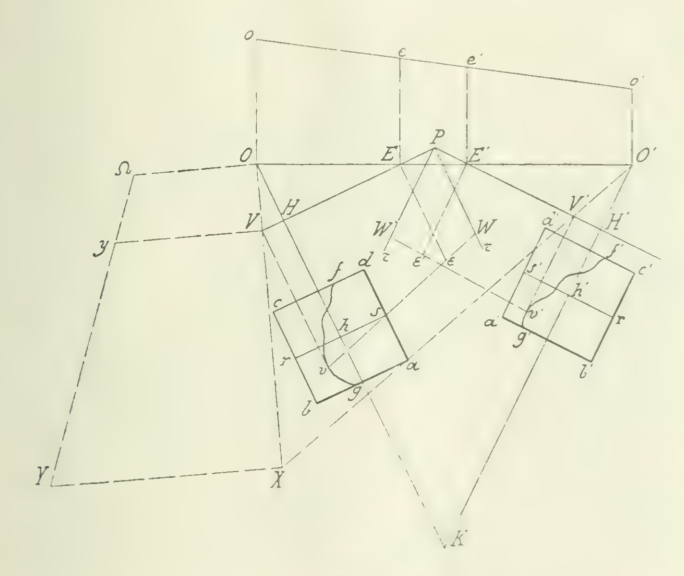


Fig. 1.

égales aux distances focales entre les centres des objectifs et les cadres correspondents, en vraie longueur, représenteront les traces et les projections horizontales des plans de ces mêmes cadres: P sera également la trace et la projection de la droite d'intersection de ceux-ci.

Les droites perpendiculaires à la ligne de terre passant par E et E' seront les traces verticales Ee et $E'e'$ des cadres et (E, e) et (E', e') sont du même les points communs à ces traces-ci et à l'axe OO'. Si nous rabattons maintenant sur le plan horizontal les plans des cadres en prenant leurs traces horizontales pour charnières, et réalisons les contructions déjà connues et marquées sur la figure, nous aurons en h et h' les centres des cadres, en rs et $r's'$ ses lignes d'horizon, en ε et ε' ses points de rencontre avec l'axe oo' et finalement en $P\tau$ et $P\tau'$ (τ = tau grecque) sa droite d'intersection.

Imaginons nous les perspectives photographiques $a\,b\,c\,d$ et $a'\,b'\,c'\,d'$ tellement que leurs centres viennent à h et h' et leurs lignes d'horizon tombent sur $r\,s$ et $r'\,s'$, et calquons dans cette position leurs points et lignes remarquables sur la feuille de l'épure en retirant inmédiatement les perspectives qui y auront eté reproduites partiellement.

Pour vérifier la correspondance des perspectives, supposons que v et v' soient celles qui appartiennent à un point marqué sur les deux vues. Joignons la perspective v au point ε, et la v' au ε', et prolongeons les droites obtenues jusqu'à leur rencontre en W et W' avec l'intersection des deux tableaux. Les droites $v\,W$ et $v'\,W'$ seront deux lignes conjugées des systèmes déterminés sur les cadres par les plans visuels: donc, elles devront se couper à l'intersection commune de ceux-ci en un même point: les distances $P\,W$ et $P\,W'$ seront égales: $P\,W = P\,W'$.

Avant de passer à la transformation que nous nous proposons d'effectuer, celle-ci devan tse réaliser séparement pour chaque point, il faut marquer sur les deux projections d'une ligne non interrompue une série de points correspondants des deux perspectives (correspondant aux mêmes points du terrain).

Soient $f\,g$ et $f'\,g'$ les perspectives d'une de ces lignes et v un des points de la ligne choisie sur $f\,g$. Tirons la droite $v\,\varepsilon$ et prolongeons-la jusqu'à ce qu'elle rencontre en W la droite d'intersection des deux cadres: coupons $P\,W' = P\,W$ et tirons $W'\varepsilon'$ jusqu'à sa rencontre en v' avec $f'g'$, alors v' sera le point de cette projection qui correspond à v de la ligne $f\,g$.

Nous pouvons déjà étudier la transformation des coordonnées polaires dans les orthogonales: soit $(v,\ v')$ le point dont on cherche la projection horizontale. Par les points v et v', abaissons les perpendiculaires $v\,V$ et $v'\,V'$ aux traces horizontales des deux cadres: menons les droites $O\,V$ et $O'\,V'$ prolongées jusqu'à leur rencontre en X: ce point sera la projection demandée. Pour connaitre la hauteur du point en question sur le plan horizontal, tirons en O, V et X les perpendiculaires $O\,\Omega$, $V\,y$ et $X\,Y$ à la droite $O\,X$, prenons $O\,\Omega = O\,o$, $V\,y = V\,v$ et menons $\Omega\,y$ jusqu'à sa rencontre en Y avec $X\,Y$: cette longueur sera la hauteur cherchée.

Si les constructions que nous venons de réaliser sur le cadre $a\,b\,c\,d$ pour déterminer ces hauteurs etaient répétées sur $a'\,b'\,c'\,d'$, nous obtiendrons une vérification de la conformité des perspectives. Cette vérification n'est pas aussi complète que celle qui a été expliquée antérieurement.

Deuxième cas: Les deux rayons principaux des perspectives sont en dépression.

Les axes optiques des deux chambres (on les deux positions de la chambre unique) ont été dirigés en dépression. Les projections horizontales $O\,K$ et $O'\,K'$ de ces axes peuvent être obtenues de la même manière que dans le cas antérieur (voir figure 2). Les plans projetants de ces droites sont rabattus autour de leurs traces horizontales $O\,K$ et $O'\,K'$ comme des charnières et les droites $O\,w$ et $O'\,w'$ sont menées perpendiculairement à ces mêmes charnières: les points w et w' étant situés à des distances $O\,w = O\,o$ et $O'\,w' = O'\,o'$, nous aurons en w et w' les deux stations.

En formant les angles $O w M$ et $O' w' M'$, supplémentaires des angles zénitales des deux axes optiques, nous aurons en $w M$ et $w' M'$ les rabattements de ces axes; M et M' seront leurs traces horizontales et $(O M, o m)$ et $(O' M', o' m')$ leurs projections.

Prenons deux longueurs $w H$ et $w' H'$ égales aux distances qui séparent (en vraie longueur) les centres des objectifs de ces cadres respectifs et menons les droites $H \alpha$ et $H' \alpha'$ perpendiculaires à $w M$ et $w' M'$: α et α'

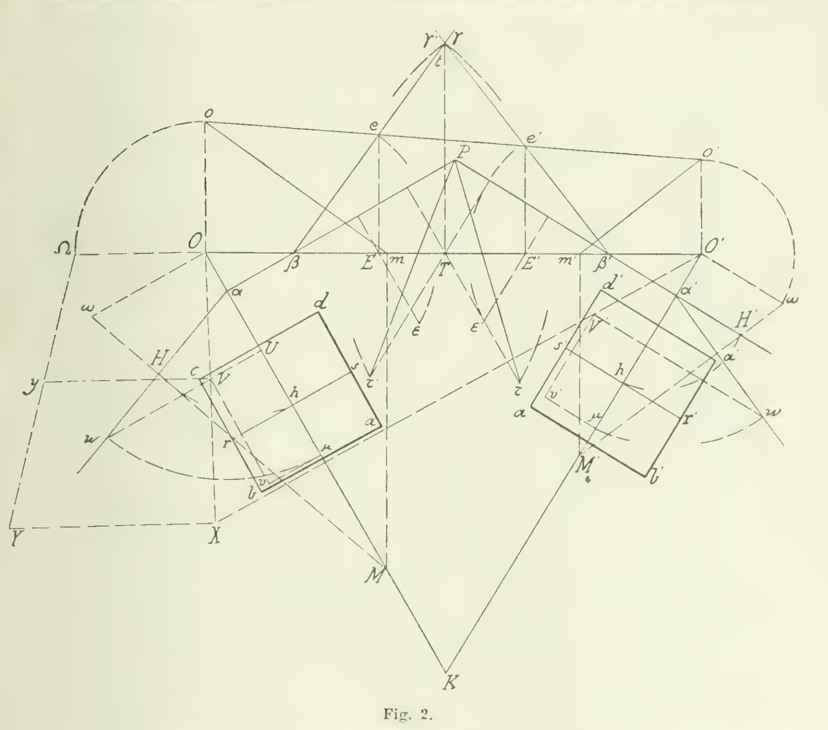


Fig. 2.

seront des points des traces horizontales des cadres et comme les plans de ceux-ci sont perpendiculaires aux axes optiques $(O M, o m)$ et $(O' M', o m')$, il sera facile de construire ces traces $\alpha \beta$, $\beta \gamma$, $\alpha' \beta'$, $\beta' \gamma'$. Donc (E, e) et (E', e') seront les points d'intersection des cadres avec l'axe $o o'$ et P et t celles de la droite commune aux cadres avec les plans horizontal et vertical de projection. Rabattons chaque cadre en prenant sa trace horizontale par charnière suivant les constructions indiquées sur la figure: les centres des deux cadres tombent en h et h': ses lignes d'horizon en $r s$ et $r' s'$; leurs traces avec l'axe $o o'$ en ε et ε'; et finalement, leur droite commune en $P \tau$ et $P \tau'$.

Les perspectives photographiques $a\,b\,c\,d$ et $a'\,b'\,c'\,d'$ étant superposées à l'épure, calquées sur celle-ci, et dûment vérifiées, on marque les séries de points sur les lignes non interrompues — exactement comme dans le cas antérieur — et tout sera disposé pour entrependre les constructions nécessaires pour la transformation. Pour réaliser celle-ci, (v, v') étant le point dont on cherche la projection horizontale, menez par ses deux perspectives v et v' les horizontales $v\,\mu$ et $v'\,\mu'$, et les droites de plus grande pente $v\,V$ et $v'\,V'$: prenez $\alpha\,w = \alpha\,\mu$ et $\alpha'\,w' = \alpha'\,\mu'$, conduisez sur $v\,V$ et $v'\,V'$ par les points w et w' les perpendiculaires $w\,V$ et $w'\,V'$, lesquelles détérminent les points V et V', projections horizontales des perspectives v et v' avant que celles-ci soient rabattues. Tirez les droites $O\,V$ et $O'\,V'$ qui déterminent par leur rencontre la projection horizontale demandée.

Pour connaître la hauteur du point dont nous occupons, sur le plan horizontal, menez à $O\,X$ les perpendiculaires $O\,\Omega$, $V\,y$ et $X\,Y$, coupez $O\,\Omega = O\,o$ et $V\,y = U\,w$ et tirez la droite $\Omega\,y$ jusqu'à ce qu'elle rencontre la $X\,Y$ au point Y: cette longueur sera la hauteur cherchée.

Si nous répétons sur le cadre $a'\,b'\,c'\,d'$ les constructions realisées sur l' $a\,b\,c\,d$, pour détérminer les hauteurs des differents points, nous aurons — comme nous l'avons dit dans le cas antérieur — une vérification des deux perspectives.

* * *

Les constructions antérieures résolvent completement le problème général de la Photogrammétrie, et il faut en remarquer l'importance puisqu'elles ont été écrites tandis que Laussedat réalisait (le 4 Mai 1861) le premier essai officiel de sa méthode dans le village de Le Buc en présence des officiers de la Division du Génie de la Garde Impériale de Napoléon III.

Le général Terrero ayant terminé la partie théorique de son remarquable travail, communique quelques considérations pratiques sur le moyen de construire le plan topographique avec les renseignements recueillis sur le terrain. Il affirme l'opinion de ce que la méthode photogrammétrique n'est pas applicable au Cadastre par les arguments (qui aujourd'hui encore ont des défenseurs), du manque de précision provenant de la qualité défectueuse des lentilles et de la difficulté de la reconnaissance des points homologues de plusieurs vues photographiques.

Il est évident que ce qui constituait un défaut véritablement grave, il y a un demi siècle ne représente actuellement aucun obstacle pour l'emploi de la methode photogrammétrique, la fabrication des lentilles ayant atteint à présent une perfection remarquable.

Le général Terrero passe ensuite à s'occuper de la photographie panoramique qui fut en si grand crédit quand Martens, Porro, Chevallier et d'autres inventeurs prétendirent réduire le nombre excessif de vues photographiques qui etaient nécessaires pour faire un tour d'horizon. Il est très digne d'attention de voir que, s'écartant de l'opinion des nombreux partisant decidés que ces inventions eurent à cette époque, Terrero assure sans héziter que l'emploi des vues planes est tout-à-fait préférable à ces

autres méthodes, la simplicité des constructions qui sont suffisantes pour construire le plan d'après celles-là compensant surabondamment le plus grand nombre de vues à prendre sur le terrain.

Finalement, le savant espagnol indique déjà l'utilité incontestable que la stéréoscopie peut fournir pour la levée des plans topographiques, et il termine son Mémoire par quelques considérations sur l'application de la photographie aux Arts militaires, à lesquelles il s'occupe préféremment en raison de sa profession.

Nous croyons que les pages antérieures, dictées par la justice, et pas par une aveugle sympathie de compatriote, contribueront à ce que le mérite du général Terrero soit justement connu et apprécié, puisque la méthode photogrammétrique à peine initiée, il prévoit les applications importantes dont elle est susceptible, et se livre avec enthousiasme à ses études établissant les bases de la photogrammétrie théorique et devançant de presqu'un quart de siècle celui qui marcha le premier après lui sur cette voie.

Ne semble-t-il donc très juste de remplacer le nom actuel de „Théorème de Hauck" par celui de „Théorème de Terrero?" A ceux qui s'occupant de l'étude de la Photogrammétrie d'en décider!

Notes biographiques sur le général Terrero.

M. Antonio Terrero y Diaz Herrero naquit à Cadiz le 15 octobre 1799.

Le 29 avril 1813 il entra au Collége d'Artillerie, qui se trouvait alors à Majorque (îles Baleares), où il suivit quatre ans d'études avec le numéro 1 à sa promotion: après, il fût envoyé étudier la Chimie à Séville, et obtint le grade de sous-officier en 1818.

De 1833 jusqu'à 1837 il professa à l'Académie d'Artillerie différentes matières (entr'elles la Géométrie Descriptive dont il introduisit l'étude dans l'armée). Il passa en 1838 à l'École d'État Major, où il occupa la chaire d'Astronomie et Géodésie jusqu'en 1852, époque à laquelle il fût promu Directeur d'Etudes en remplacement du général Monteverde.

Le 3 avril 1847 Terrero fût élu Académicien fondateur de la Royale Académie de Sciences de Madrid, où il occupa pendant des longues années la présidence de la section des Sciences Mathématiques.

En 1877 sa délicatesse lui conseilla de demander sa retraite car il croyait qu'en raison de son âge et de ses infirmités, il ne pourrait accomplir désormais la tâche qu'il avait à accomplir. Cependant ses collégues ne jugèrent pas de la même manière et l'obligèrent à rester à l'Académie jusqu'à sa mort, survenue peu de mois après.

Par un Ordre royal du 24 mai 1853 le général Terrero fût nommé membre du Conseil de révision des Travaux topographiques de l'État Major de l'Armée. Il possédait plusieurs décorations civiles et militaires.

Il écrivit plusieurs intéressantes Mémoires sur des thèmes divers d'Astronomie, Géodésie et Topographie, dont quelques unes furent publiées par l'Académie des Sciences de Madrid.

Le général Terrero mourut à Madrid le 1 janvier 1878, à l'âge de 79 ans.

Berechnung der Konstanten der Aufstellung aus inneren Daten.

Von Prof. Karl Fuchs in Preßburg.

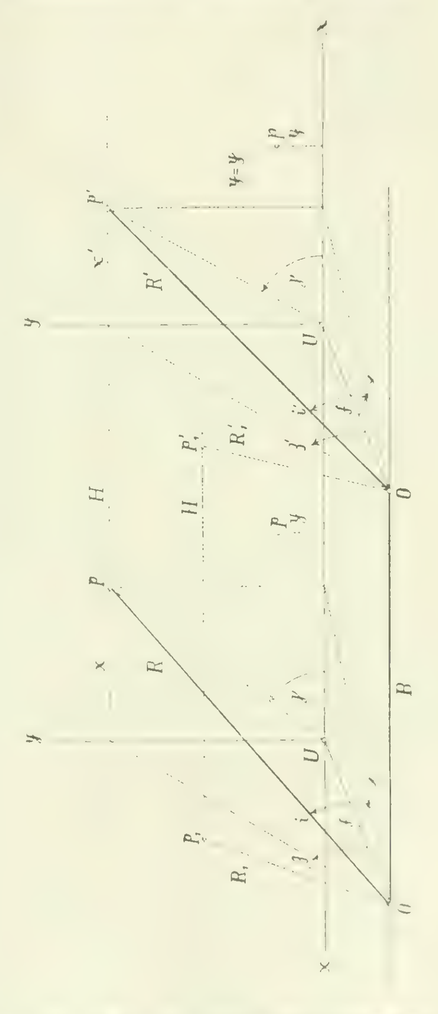
(Schluß von Band I, Heft 3 und 4).

III.

Zwei Artikel haben gezeigt, wie man die relative Lage zweier Kammern aus den identen Strahlen der betreffenden Plattenbilder berechnen kann. Auf Ballonaufnahmen lassen sich diese Methoden nicht gut anwenden, da Ballonaufnahmen im allgemeinen nur kaum erkennbare, sehr unsichere idente Strahlen zeigen. Das hat folgenden Grund. Ein identes Strahlenpaar wird durch drei idente Punktpaare bestimmt, dergestalt, daß einerseits die Bildpunkte p_1 p_2 p_3 auf der ersten Platte, anderseits die Bildpunkte p_1' p_2' p_3' auf der anderen Platte je in einer Geraden liegen. Wenn aber die betreffenden drei Objektpunkte P_1 P_2 P_3 in der Natur ebenfalls in einer Geraden liegen, dann liegen die Bildpunkte p_1 p_2 p_3 einerseits und die Bildpunkte p_1' p_2' p_3' anderseits unbedingt in je einer Geraden, das idente Strahlenpaar ist also dann in Wirklichkeit unbestimmt. Nun stellt eine Ballonaufnahme im allgemeinen ziemlich ebenes Gelände dar, und Bildpunkte, die auf einer Platte in einer Geraden liegen, liegen auch in der Natur so ziemlich in einer Geraden. Das macht, daß idente Strahlen auf dem Plattenpaar nur sehr unsicher nachgewiesen werden können. Es soll hiermit eine Methode entwickelt werden, wie man auch bei Ballonaufnahmen die relative Lage der beiden Kammern im Moment der Aufnahmen aus den Plattenbildern selber, ohne Kontrollpunkte, ohne idente Strahlen berechnen kann.

1. Die Aufgabe wollen wir zunächst so einkleiden: Die beiden Kammern denken wir uns im Moment der Aufnahme; sie haben dann irgend eine relative Stellung. Auf der Platte der ersten (linken) Kammer wählen wir etwa zehn Bildpunkte p_1 p_2 ... Durch diese Bildpunkte legen wir vom Projektionspol O aus Rayons, die dann natürlich auch durch die entsprechenden zehn Objektpunkte P_1 P_2 ... gehen. Diese zehn Strahlen denken wir uns in O starr miteinander verbunden, so daß sie die Winkel, die sie miteinander bilden, nicht mehr ändern können; im Angelpunkt O soll sich aber das starre Strahlenbündel wie in einem Kugelgelenk frei drehen können. Darauf suchen wir auf der zweiten (rechten) Platte die entsprechenden Bildpunkte p_1' p_2' ... auf, legen auch durch diese Rayons, die also verlängert ebenfalls durch die Objektpunkte P_1 P_2 ... gehen und dort die entsprechenden Rayons des ersten Bündels schneiden; wir machen auch aus diesen Rayons ein starres Bündel, das sich im Pole O' der zweiten Kammer wie in einem Kugelgelenk frei drehen kann. Nun sollen aber beide Platten in das ganze Terrain verschwinden und die beiden haltlos gewordenen Bündel sollen in den Gelenken hängend zu Boden fallen. Es gilt nun die beiden Bündel wieder so zu orientieren, daß je zwei gleichnamige Rayons sich wieder in einem Punkte schneiden. Wenn uns das gelingt, dann haben

die Bündel wieder dieselbe Orientierung, die sie im Anfang hatten und wenn wir in jedes Bündel auch noch die optische Achse der betreffenden Kammer eingebunden hatten, dann haben wir auch die ursprüngliche Orientierung der beiden optischen Achsen rekonstruiert; die Schnittpunkte der zehn Rayonpaare aber sind dann die rekonstruierten zehn Objektpunkte P_1 P_2 . . . Nur ein Element bleibt unbestimmt: das ganze System wird wahrscheinlich um die Basis $O O'$ oder B als Achse verdreht sein; die relative Lage der Bündel, also auch der Kammerachsen, wird aber richtig rekonstruiert sein. Es gilt also zu zeigen, wie man die beiden Bündel planmäßig so orientieren kann, daß die gleichnamigen Rayons sich sämtlich schneiden.



2. In einer gedachten horizontalen Ebene, der Grundebene, wählen wir eine Gerade BB, die nach rechts und links lauft und auf dieser Geraden wählen wir die beiden Punkte $O O'$, also die Projektionspole, in einem beliebigen Abstand B. Die Bildweite f der beiden Kammern wählen wir als Längeneinheit und in diesem Abstand f von der Basis B stellen wir eine vertikale Ebene, die Schirmebene auf. Von O und O' aus fällen wir Lote f und $f,$ auf die Schnittlinie $x x'$ der beiden Ebenen und gewinnen die Fußpunkte U und U', durch die wir die Vertikalen y und y' legen. Nun rekonstruieren wir gleichsam auf der Schirmebene die beiden Plattenbilder, wobei wir U und U' als optische Mittelpunkte der Platten ansehen. Wir messen also im Komparator die Koordinaten x, y des Standpunktes p_1 auf der ersten Platte, tragen die Koordinaten auf der Schir-

ebene von U aus auf und konstruieren so auf dem Schirme den Punkt p_1. So konstruieren wir von U aus alle zehn Punkte $p_1\, p_2 \ldots$ und von U' aus alle zehn Punkte $p_1'\, p_2' \ldots$ Von O aus legen wir dann durch $p_1\, p_2 \ldots$ die Rayons $R_1\, R_2 \ldots$, und gewinnen so das erste Rayonbündel; von O' aus aber legen wir durch $p_1'\, p_2' \ldots$ die Rayons $R_1'\, R_2' \ldots$ und gewinnen so das zweite Rayonbündel. Natürlich schneiden sich jetzt die gleichnamigen Rayons nicht im Raume; sie zum Schnitt zu bringen ist eben unsere Aufgabe.

Wenn wir die Orientierung des linken Bündels beliebig ändern, dann wandern die Durchstoßungspunkte $p_1\, p_2 \ldots$ auf dem Schirme und beschreiben Kurven. Ebenso ändern die Spurpunkte $p_1'\, p_2'$ auf dem Schirm, wenn wir die Orientierung des rechten Bündels variieren.

Nun kommt der entscheidende Gedanke. Wenn zwei gleichnamige Rayons, etwa R_1 und R_1' sich irgendwo im Raume schneiden, dann liegen sie notwendig in einer Ebene E_1, die durch die Basis B und die Pole $O\,O'$ geht und die Schirmebene in einer horizontalen Spur H_1 schneidet. In dieser horizontalen Spur H_1 liegen dann auch die beiden Durchstoßungspunkte p_1 und p_1' die Rayons R_1 und R_1'. Wir haben daher den Satz: Zwei gleichnamige Rayons $R\,R'$ schneiden sich irgendwo im Raume, wenn ihre Spurpunkte $p\,p'$ auf dem Schirme gleiche Ordinaten $y\,y'$ haben. Unser Problem ist dadurch auf die Aufgabe reduziert, die beiden Strahlenbündel so zu orientieren, daß je zwei idente Durchstoßungspunkte $p\,p'$ auf dem Schirme gleiche Ordinaten $y\,y'$ haben.

Wie man das macht, das soll gezeigt werden.

3. Ein Strahlenbündel können wir durch drei Drehungen um die drei Koordinatenachsen in jeder beliebigen Orientierung bringen. Da wir zwei Bündel haben, hat es den Anschein, als handelte es sich um die Berechnung von sechs Unbekannten, sechs Drehungswinkeln. In Wirklichkeit handelt es sich nur um fünf Unbekannte. Wenn wir nämlich um die Basis beide Bündel um denselben Winkel ϑ drehen, dann ändert sich die relative Lage der beiden Bündel gar nicht. Wir werden daher dem ersten Bündel keine Drehung um die x-Achse erteilen, so daß nur fünf Unbekannte bleiben. Wir brauchen demnach fünf Bedingungsgleichungen. Das erste Rayonpaar $R_1\, R_1'$ gibt die Bedingung, daß seine Spurpunkte $p_1\, p_1'$ gleiche Ordinate $y_1\, y_1'$ haben müssen, daß also gelten muß: $y_1 = y_1'$. Die Aufgabe ist also vollständig bestimmt, wenn wir fünf Rayonpaare haben; wir haben dann die fünf Bedingungen

$$y_1 = y_1' \quad y_2 = y_2' \; \ldots \; y_5 = y_5' \tag{1}$$

die erfüllt werden müssen. Wenn wir also, wie wir angenommen haben zehn Rayonpaare haben, dann ist die Aufgabe überbestimmt und zur Behandlung nach der Meth. d. kl. Q. geeignet.

Es sollen nun die Formeln abgeleitet werden, die zeigen, wie sich die Koordinaten der Spurpunkte ändern, wenn wir einem Bündel eine Drehung um eine Achse geben.

4. Da wir die Bildweite, also den Abstand der Schirmebene von der Basis, gleich Eins gesetzt haben, so können wir die Koordinaten $x\,y$ eines

Spurpunktes p als Tangenten auffassen. Wir wollen die folgenden drei Winkel $\alpha \beta \gamma$ unterscheiden, die einem Spurpunkte p eigen sind:

$$x = tg\,\alpha \qquad y = tg\,\beta \qquad \frac{y}{x} = tg\,\gamma. \tag{2}$$

Wenn wir einen der drei Winkel ändern, dann erhält der Spurpunkt p neue Koordinaten $x_1' y_1'$ und diese wollen wir berechnen. Wir finden leicht die folgenden Transformationsgleichungen.

Wenn wir den Winkel α auf einen größeren Wert α' bringen, dann gilt für die neuen Koordinaten $x' y'$ des Spurpunktes p:

$$x' = tg\,\alpha' \qquad y' = \frac{cos\,\alpha}{cos\,\alpha'} \cdot y. \tag{3}$$

Die zweite Gleichung ist aus den folgenden zwei Gleichungen entstanden:

$$y\,cos\,i\,cos\,\alpha = 1 \qquad y'\,cos\,i\,cos\,\alpha' = 1.$$

Wenn wir den Winkel β auf einen größeren Wert β' bringen, dann erhält der Spurpunkt p die folgenden neuen Koordinaten:

$$x' = \frac{cos\,\beta}{cos\,\beta'} \cdot x \qquad y' = tg\,\beta' \qquad \text{oder } y' = \frac{tg\,\beta'}{tg\,\beta} \cdot y. \tag{4}$$

Wenn wir endlich γ auf einen anderen Wert γ' bringen, dann sind die neuen Koordinaten:

$$\begin{aligned} x' &= \frac{cos\,\gamma'}{cos\,\gamma} \cdot x \qquad & y' &= \frac{sin\,\gamma'}{cos\,\gamma} \cdot x \\ &= \frac{cos\,\gamma'}{sin\,\gamma} \cdot y & &= \frac{sin\,\gamma'}{sin\,\gamma} \cdot y. \end{aligned} \tag{5}$$

Wenn wir also das erste Bündel um die y-Achse um einen Winkel $\Delta\alpha$ drehen, wobei $\Delta\alpha$ beliebig groß sein kann, dann erhalten die Winkel $\alpha_1\, \alpha_2 \ldots$, die den einzelnen Spurpunkten zukamen, die folgenden Worte:

$$\alpha_1' = \alpha_1 + \Delta\alpha \qquad \alpha_2' = \alpha_2 + \Delta\alpha \qquad \alpha_3' = \alpha_3 + \Delta\alpha \ \ldots \tag{6}$$

d. h. alle Winkel wachsen um **denselben** Betrag $\Delta\alpha$. Wir können dann die neuen Koordinaten der einzelnen Spurpunkte durchaus logarithmisch berechnen.

Das Analoge gilt, wenn wir das erste Bündel um die Basis um irgend einen Winkel $\Delta\beta$ drehen. Dann wachsen alle Winkel $\beta_1\, \beta_2 \ldots$ um **denselben** Betrag $\Delta\beta$:

$$\beta_1' = \beta_1 + \Delta\beta \qquad \beta_2' = \beta_2 + \Delta\beta \ \ldots$$

Das Analoge gilt auch, wenn wir das erste Bündel um die z-Achse (optische Achse) um irgend einen Winkel $\Delta\gamma$ drehen.

Wenn die Winkeländerungen $\Delta\alpha\ \Delta\beta\ \Delta\gamma$ **klein** sind, so daß wir ihre Quadrate vernachlässigen können, dann gelten Differenzengleichungen, die wir entwickeln wollen.

Wenn wir das Bündel um die vertikale Achse um den kleinen Winkel $\Delta\alpha$ drehen, dann erhält ein Spurpunkt p die folgenden Koordinatenzuwächse, die wir leicht aus (3) entwickeln können:

$$\Delta x = (1 + x^2) \,.\, \Delta\alpha \qquad \Delta y = x\,y \,.\, \Delta\alpha \tag{7}$$

Eine Drehung um $\Delta\beta$ gibt folgende Koordinatenänderungen:

$$\Delta x = x\,y \,.\, \Delta\beta \qquad \Delta y = (1 + y^2) \,.\, \Delta\beta \tag{8}$$

Endlich gibt eine Drehung des Bündels um $\varDelta\gamma$ die Koordinateninkremente:

$$\varDelta x = -y \,.\, \varDelta\gamma \qquad \varDelta y = + x \,.\, \varDelta\gamma.$$

Uns kümmern nur die drei Ordinatenänderungen:

$$\varDelta y = x\,y \,.\, \varDelta\alpha \qquad \varDelta y = (1 + y^2) \,.\, \varDelta\beta \qquad \varDelta y = x \,.\, \varDelta\gamma, \tag{9}$$

die wir symbolisch so schreiben wollen:

$$\begin{matrix} \varDelta y = a \,.\, \varDelta\alpha & \varDelta y = b \,.\, \varDelta\beta & \varDelta y = c \,.\, \varDelta\gamma \\ a = x\,y & b = 1 - y^2 & c = x. \end{matrix} \tag{10}$$

Wir können uns aus den Gleichungen (9) leicht ein Bild vom Einfluß der Winkeländerungen auf die Lage der Spurpunkte machen.

Ein Zuwachs $\varDelta\alpha$ macht, daß die Spurpunkte rechts von der y-Achse von der x-Achse abrücken, die Spurpunkte links von der y-Achse aber der x-Achse zurücken.

Ein Zuwachs $\varDelta\beta$ macht, daß alle Spurpunkte nach oben rücken, am stärksten aber die Punkte, die am entferntesten von der x-Achse liegen. Die in mittlerer Höhe gelegenen Punkte erleiden also gegen die höheren und tieferen Punkte eine relative Verschiebung nach unten.

Ein Zuwachs $\varDelta\gamma$ macht, daß die Punkte rechts von der y-Achse nach oben, die Punkte links von der y-Achse nach unten verschoben werden.

Es ist leicht, diese drei orientierenden Bemerkungen schärfer zu fassen und es ist das auch sehr nützlich.

5. Die fünf unbekannten Konstanten der Aufstellung sind:

$$\alpha\,\gamma\,\alpha'\,\beta'\,\gamma' \tag{11}$$

Die ersten zwei Konstanten beziehen sich auf die erste Kammer, deren Pol O ist und deren β wir nicht ändern, wie schon bemerkt worden ist; die drei letzten Konstanten beziehen sich auf die zweite Kammer, deren Pol O' ist. Die Berechnung dieser fünf Konstanten beginnen wir so:

Auf einem Zeichenblatte, das uns die Schirmebene vorstellt, zeichnen wir horizontal die x-Achse. Auf ihr wählen wir zwei Punkte U und U', die Plattenmittelpunkte; durch diese ziehen wir vertikal die beiden y-Achsen. Wir können aber auch U und U' zusammenfallen lassen; das ist Geschmackssache.

Nun tragen wir mehrere Bildpunkte $p_1\,p_2\,\ldots$ ein, indem wir deren Koordinaten $x_1\,y_1\;x_2\,y_2\,\ldots$ der ersten Platte entnehmen und sie von U aus auftragen. Ebenso tragen wir von U' aus die entsprechenden Bildpunkte $p_1'\,p_2'\,\ldots$ ein, deren Koordinaten wir der zweiten Platte entnehmen. Wenn die Kammern sehr diskordant gestanden haben, was bei Ballonaufnahmen die Regel ist, dann erkennen wir sofort, daß die identen Punkte $p_1\,p_1'$ verschiedene Ordinaten $y_1\,y_1'$ haben und das gleiche gilt für alle identen Punktpaare. Wir beginnen die Zusammenfassung der Bündel damit, daß wir etwa dem p_1' dieselbe Ordinate geben, die der Punkt p_1 hat. Wir ändern also etwa den Winkel β_1' und machen ihn gleich β_1. Das geschieht am einfachsten so, daß wir das zweite Bündel um die Basis B um einen Winkel

$$\varDelta\beta = \beta_1 - \beta_1'$$

drehen. Dementsprechend rechnen wir sämtliche Koordinaten der rechten Spurpunkte p' mittels der schon entwickelten Transformationsgleichungen um. Auf Grund der früheren Bemerkungen über den Einfluß der Winkelzuwachse auf Verteilung der Spurpunkte auf dem Schirme können wir leicht beurteilen, welche Winkeländerungen wir vorzunehmen haben, um die Ordinatendifferenzen immer kleiner zu machen. Bei den Transformationen wollen wir immer darauf achten, daß die identen Punkte p_1 und p_1' stets gleiche Ordinaten bewahren, daß also für diese immer $y_1 = y_1'$ oder $tg\,\beta_1 = tg\,\beta_1'$ ist. Es ist uns dabei sehr willkommen, daß zwischen den drei maßgebenden Winkeln $\alpha\,\beta\,\gamma$ des linken und den Winkeln $\alpha'\,\beta'\,\gamma'$ des rechten Bündels immer für irgend einen Spurpunkt die Relation gilt:

$$tg\,\beta = tg\,\alpha\,tg\,\gamma \qquad tg\,\beta' = tg\,\alpha'\,tg\,\gamma'.$$

Wenn also die beiden Spurpunkte p_1 und p_1' stets gleiche Ordinate bewahren soll, also stets $\beta_1 = \beta_1'$ sein soll, dann muß gelten:

$$tg\,\alpha_1\,tg\,\gamma_1 = tg\,\alpha_1'\,tg\,\gamma_1'$$

Von dieser Relation haben wir folgenden Vorteil. Wenn uns irgendeine Orientierungsänderung des ersten Bündels zweckmäßig erscheint, dann ist damit irgendeine Änderung der Lage von p_1 verbunden und der neuen Lage entsprechen neue Werte von α_1 und γ_1, also auch ein neuer Wert K des Produktes $tg\,\alpha_1\,tg\,\gamma_1$. Wenn wir nun die Ordinatengleichheit $y_1 = y_1'$ wahren wollen, dann gilt als Bedingung

$$K = tg\,\alpha_1'\,tg\,\gamma_1'$$

d. h. wir können im zweiten Bündel beliebig nur α_1' oder nur γ_1' oder beide Winkel ändern; es braucht nur das Produkt der Tangente den Wert K zu erhalten.

Man mag das nun mit dem Anpassungsverfahren halten wie man will, wir kommen bald zu so kleinen Ordinatendifferenzen $\Delta = y - y'$, daß wir mit der Methode d. kl. Q. einsetzen können. Das geschieht so:

Durch fünf Winkeländerungen erhalten zwei entsprechende Ordinaten y und y' die folgenden vergrößerten Werte:

$$\begin{aligned} y + \Delta y &= y + x\,y\,.\,\Delta\alpha + x\,.\,\Delta\gamma \\ y' + \Delta y' &= y' + x'\,y'\,.\,\Delta\alpha' + (1 + y'^2)\,\Delta\beta' + x'\,.\,\Delta\gamma' \end{aligned} \tag{12}$$

Der Klarheit wegen setzen wir:

$$\Delta\alpha = \xi \qquad \Delta\gamma = \zeta \qquad \Delta\alpha' = \xi' \qquad \Delta\beta' = \eta' \qquad \Delta\gamma' = \zeta' \tag{13}$$

Damit verbinden wir die Symbole (10) und senden so für (12) die einfachen Formen:

$$\begin{aligned} y + \Delta y &= y + a\,\xi + c\,\zeta \\ y' + \Delta y' &= y' + a'\,\xi' + b'\,\eta' + c'\,\zeta' \end{aligned}$$

Die Differenz der neuen Ordinaten soll gleich Null sein. Wenn wir setzen:

$$y - y' = \Delta$$

dann lautet die Bedingung:

$$\Delta + a\,\xi + c\,\zeta - a'\,\xi' - b'\,\eta' - c'\,\zeta' = 0$$

Das ist die allgemeine Form der linearen Bestimmungsgleichungen, auf die die M. d. K. Q. angewendet werden soll. Wie viel Rayonpaare wir haben, so viel

Bestimmungsgleichungen erhalten wir. Der weitere Gang der Rechnung ergibt sich von selbst. Die Rechnung gibt uns schließlich die Werte der Korrektionen (13), die am besten geeignet sind, die Ordinatendifferenzen Δ auf ein Minimum herabzudrücken. Eventuell muß man das Verfahren wiederholen.

6. Es soll nun ausgesprochen werden, was wir jetzt berechnet haben. Wir haben die Rayonbündel so orientiert, daß die gleichnamigen Rayons nach Möglichkeit zum Schnitt gebracht sind. Wenn wir nur mit fünf Rayonpaaren rechnen und die Koordinaten auf den Platten fehlerfrei gemessen haben, dann kommen in der berechneten Lage die gleichnamigen Rayons auch wirklich zum Schnitt. Wir wissen jetzt also, wie die Rayons während der Aufnahmen gelegen haben, wir wissen aber nicht, wie die Kammern während der Aufnahmen gestanden haben und das ist es ja doch, was wir wissen wollen. Die Stellung der Kammern finden wir so:

Als wir die Arbeit begannen, lag die optische Achse der ersten Kammer in der Grundebene und ging vom Pol O aus durch den Plattenmittelpunkt U. Wir sehen nun während der ganzen Rechnungen die optische Achse gewissermaßen auch als einen Rayon an und lassen sie alle Winkeländerungen, die wir mit dem Bündel vornehmen, mitmachen. Ebenso verfahren wir mit der Achse der zweiten Kammer. Bei der ersten Kammer haben wir bekanntlich den Winkel β bei seinem ursprünglichen Werte $\beta = 0$ belassen. Der berechnete Winkel α, um den wir das erste Rayonbündel um die y-Achse verdreht haben oder richtiger gesagt der Winkel 90^0-α, ist also nichts anderes, als der Spreizwinkel der ersten Kammer, d. h. der Winkel, den die Achse der ersten Kammer während der Aufnahme mit der Basis B gemacht hat. Analog ist der berechnete Winkel α' oder richtiger der Winkel $90^0-\alpha'$ der Spreizwinkel der zweiten Kammer. Der berechnete Winkel β' aber ist der Verwindungswinkel der Kammern.

Wir wissen jetzt, wie während der Aufnahmen die optischen Achsen der Kammern gestanden haben. Wir müssen aber auch wissen, wie während der Aufnahmen die x-Achsen der beiden Platten gelegen haben. Das können wir ebenso leicht erfahren. Am Anfang legen wir durch die Pole O und O' außer den optischen Achsen auch noch je eine Gerade parallel zur x-Achse. Wir verbinden auch diese Geraden starr mit den Rayonbündeln und lassen sie an den Drehungen teilnehmen. Zum Schlusse sehen wir, wie während der Aufnahmen die x-Achsen gelegen haben.

Die Reduktion der berechneten Winkel auf die üblichen Winkel: Verschwenkung, Neigung und Drehung ist wieder Sache der mathematischen Technik.

7. In den Normalgleichungen kommen die folgenden Größen vor:

$$a = xy \qquad b = 1 + y^2 \qquad c = x$$

Für jeden Punkt wirklich berechnen wird man wohl höchstens die Größe $a = xy$. Die Größe c ist uns für jeden Spurpunkt ohne weiteres bekannt; die Größe b kann man etwa einer entsprechenden Tabelle entnehmen, oder aber einer Doppelskala. Die Größe a kann man einer Hyperbeltafel entnehmen.

Unbestimmte Platten.

Von Prof. Karl Fuchs in Preßburg.

Unbestimmte Platten (Bilder) sollen solche Platten heißen, die mit einer gewöhnlichen Kammer hergestellt sind, die also keine Randmarken tragen und an denen der optische Mittelpunkt nicht erkennbar ist. Wir wollen annehmen, daß das Objektiv der Kammer winkeltreu war, und daß die Bildweite der Aufnahme bekannt ist. In der vorliegenden Studie soll gezeigt werden, wie man in diesem Falle mittels der identen Strahlen den optischen Mittelpunkt bestimmen kann.

1. Wir gehen von folgenden Annahmen aus. Es liegen zwei zusammengehörige unbestimmte Platten vor. Die Kammern waren auf den beiden Standpunkten unabhängig voneinander aufgestellt, die Platten sind also gegeneinander verdreht, verschwenkt und geneigt, und die betreffenden Winkel sind uns unbekannt.

Wir beginnen die Arbeit damit, daß wir auf den beiden Platten eine größere Anzahl identer Strahlenpaare

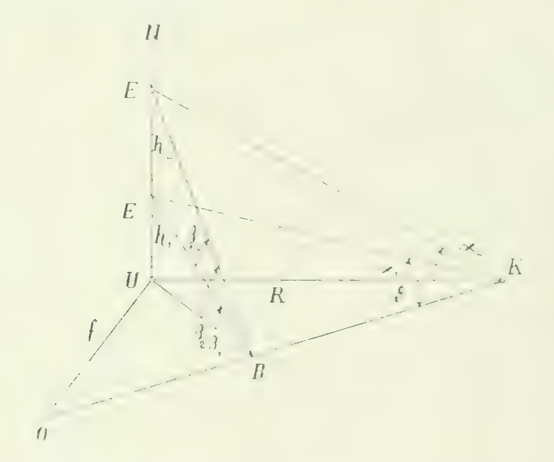
$$G_1\, G_1' \qquad G_2\, G_2' \qquad G_3\, G_3' \ldots$$

aufsuchen. Die Strahlen $G_1\, G_2 \ldots$ der ersten Platte schneiden sich im Kernpunkt K der ersten Platte, die Strahlen $G_1'\, G_2' \ldots$ der zweiten Platte aber im entsprechenden Kernpunkt K'. Die beiden Kernpunkte $K K'$ auf den beiden Platten sind uns dann also bekannt, und ebenso die Winkel, die die Strahlen $G_1\, G_2 \ldots$ einerseits und die entsprechenden Strahlen $G_1'\, G_2' \ldots$ auf der zweiten Platte anderseits untereinander bilden.

Die Plattenbilder sind Polarprojektionen der Landschaft und die beiden Projektionspole (zweiter Hauptpunkt des Objektivs) seien O und O'. Die Verbindungslinie dieser Pole ist die Basis B der Doppelaufnahme und die verlängerte Basis B durchstoßt die beiden Platten in den Kernpunkten K und K'. Das Lot, das wir von O aus auf die erste Platte fällen, trifft die Platte in einem Punkte U, und das ist der gesuchte optische Mittelpunkt der ersten Platte. Das entsprechende gilt für die zweite Platte. Eine Ebene E, die wir durch die Basis, also durch die Pole $O O'$ und durch die Kernpunkte $K K'$ legen, heißt Achsenebene. Uns kümmern zwei dieser Ebenen: die erste Hauptebene H, die normal zur ersten Platte steht, also durch den gesuchten optischen Mittelpunkt U geht und die zweite Hauptebene H', die normal zur zweiten Platte steht, also durch den gesuchten Mittelpunkt U' geht.

Jetzt können wir einen höchst unwillkommenen Umstand erkennen. Irgendeine Achsenebene E schneidet die beiden Platten in zwei identen Strahlen G und G', die Landschaft, die Gehänge des Gebirges aber durchschneidet sie in einer zerrissenen Kurve S. Jeder Objektpunkt der Kurve S gibt seinen Bildpunkt auf der ersten Platte im Strahl G, auf der zweiten Platte im Strahl G'. Wenn wir von den beiden Polen $O O'$ aus Rayons $R R'$ durch die beiden Bildpunkte $p p'$ ziehen, dann schneiden sich die Rayons im richtigen Objektpunkt P in der Kurve S. Wenn wir aber irrtümlicher-

weise nicht die wahren Pole $O\,O'$, sondern zwei andere Achsenpunkte (Basenpunkte) $A\,A'$ für die Pole nehmen, und von diesen Punkten $A\,A'$ aus die beiden Rayons $R\,R'$ durch die beiden Bildpunkte $p\,p'$ ziehen, dann liegen auch diese beiden falschen Rayons in der richtigen Ebene E; sie werden sich auch schneiden, aber nicht im richtigen Objektpunkte P, sondern in einem falschen Punkte X der Ebene E. Wir erhalten so aus den Bildpunkten der beiden Strahlen $G\,G'$ ein falsches Profil S, das aber ebenfalls in der Ebene E liegt. Das Gesagte gilt für jede beliebige Ebene E. Wir sehen also: wenn wir in der Kernachse (Basis) zwei falsche Projektionspole $A\,A'$ wählen, dann erhalten wir wohl ein falsches Landschaftsbild, ein verzerrtes Bild, aber es ergeben sich keine Widersprüche. Es gibt also keine Symptome dafür, daß wir in der Achse falsche Pole angenommen haben.



Anders liegt die Sache, wenn wir in der Landschaft drei Kontrollpunkte haben, die ein großes, möglichst gleichseitiges Dreieck bilden. Wenn in dem Landschaftsbild, das wir auf Grund falscher Pole gewonnen haben, dieses Dreieck verzerrt erscheint, dann erkennen wir, daß die Pole falsch gewählt wurden.

Hiermit sind wir über die wesentliche Schwierigkeit unserer Aufgabe orientiert.

2. Die erste Hauptebene H schneidet die erste Platte in einem Strahle L, der durch den Kernpunkt K und den optischen Mittelpunkt U geht. Das Analoge gilt für die zweite Platte. Wir stellen uns nun die Aufgabe, auf den beiden Platten die beiden Hauptstrahlen L und L' zu berechnen: wir wissen dann von den gesuchten Mittelpunkten $U\,U'$ wenigstens so viel, daß sie in diesen beiden Strahlen liegen. Wir schlagen dabei ein Näherungsverfahren ein, indem wir auf der ersten Platte einen angenäherten optischen Mittel-

punkt U_1 wählen und durch diesen vom Kernpunkt K aus einen angenäherten Hauptstrahl L_1 legen, der mit dem wahren Hauptstrahl L einen unbekannten Winkel $\Delta\alpha$ einschließt. Das Entsprechende gilt auch für die zweite Platte.

In der Absicht, Bedingungsgleichungen zu gewinnen, nehmen wir zunächst an, wir hätten die Mittelpunkte $U U'$ fehlerfrei gewählt. Auf Grund der Abb., die sich auf die erste Platte bezieht, können wir dann auf folgende Weise eine Gleichung finden. Die Abbildung zeigt die Achse B, die durch Kernpunkt K und Pol O geht. Der optische Mittelpunkt U hat von K den Abstand R, von O den Abstand f (= Bildweite). R und f stehen normal aufeinander und ihre Ebene ist die erste Hauptebene. Von U aus ist in der Platte eine Normale N zur Hauptebene gezogen.

Durch die Achse B ist eine Ebene E_1 gelegt, die in der Platte den identen Strahl G_1 gibt, der N in einer Höhe h_1 schneidet. Diese Ebene E_1 bildet mit der Hauptebene in der Achse einen Winkel β_1, während G_1 mit R einen Winkel α_1 bildet; die Achse B aber bildet mit der Platte, also auch mit R, einen Winkel ϑ. Eine zweite Ebene E_2 gibt entsprechend einen identen Strahl G_2 und die zwei Winkel α_2 und β_2. Die Winkel β_1 und β_2, die die beiden Ebenen $E_1 E_2$ mit der Hauptebene bilden, sind dann bestimmt durch:

$$tg\,\beta_1 = \frac{tg\,\alpha_1}{sin\,\vartheta} \qquad tg\,\beta_2 = \frac{tg\,\alpha_2}{sin\,\vartheta} \tag{1}$$

Miteinander bilden die beiden Ebenen $E_1 E_2$ einen Winkel β_{12}, für den gilt:

$$\beta_{12} = \beta_2 - \beta_1.$$

Es gilt also auch:

$$tg\,\beta_{12} = tg\,(\beta_2 - \beta_1)$$
$$= \frac{tg\,\alpha_2 - tg\,\alpha_1}{sin^2\,\vartheta + tg\,\alpha_2\,tg\,\alpha_1} \cdot sin\,\vartheta \tag{2}$$

Dieser Winkel β_{12} ist es nun, der uns eine Bedingungsgleichung liefern wird, wie wir gleich sehen werden. Dieselben zwei Ebenen $E_1 E_2$ geben nämlich auch auf der zweiten Platte zwei idente Strahlen $G_1' G_2'$, und wir finden auf der zweiten Platte für den Winkel β_{12} den folgenden Ausdruck:

$$tg\,\beta_{12} = \frac{tg\,\alpha_2' - tg\,\alpha_1'}{sin^2\,\vartheta' + tg\,\alpha_2'\,tg\,\alpha_1'} \cdot sin\,\vartheta' \tag{3}$$

Diese beiden Werte (2) (3) von $tg\,\beta_{12}$ müssen gleich groß sein, und das ist eben die Bedingungsgleichung.

3. In den beiden Ausdrücken (2) (3) für β_{12} sind bisher keine Fehler in Rechnung gezogen; jetzt wollen wir auch die Fehler in Rechnung nehmen.

Für den Winkel ϑ, den die erste Platte mit der Achse B bildet, finden wir leicht einen angenäherten Wert. Es gilt nämlich:

$$tg\,\vartheta = \frac{f}{R} \tag{4}$$

Die Bildweite f ist uns genau bekannt; für R aber haben wir einen angenäherten Wert R_1, da wir den Mittelpunkt U ja angenähert kennen. Wir setzen daher für ein angenähertes $\vartheta = \vartheta_1$:

$$tg\,\vartheta_1 = \frac{f}{R_1} \qquad (5)$$

Wenn wir den unbekannten Fehler von ϑ_1 mit $\Delta\vartheta$ berechnen, dann können wir schreiben:

$$sin\,\vartheta = sin\,(\vartheta_1 + \Delta\vartheta) \qquad (6)$$

Für die zweite Platte aber gilt entsprechend:

$$sin\,\vartheta' = sin\,(\vartheta_1' + \Delta\vartheta') \qquad (7)$$

Die Winkel α_1 und α_2 auf der ersten Platte können wir nicht messen, denn der angenommene Hauptstrahl L_1 bildet mit dem wirklichen Hauptstrahl L einen uns unbekannten Winkel $\Delta\alpha$. Wenn wir also mit α_1 und α_2 die falschen, von L_1 ab gemessenen Winkel bezeichnen, dann müssen wir in der Gleichung (2) für $tg\,\beta_{12}$, für α_1 und α_2 die verbesserten Werte

$$\alpha_1 + \Delta\alpha \qquad \alpha_2 + \Delta\alpha$$

setzen. Analog müssen wir in Gleichung (3) für α_1 und α_1' die verbesserten Werte

$$\alpha_1' + \Delta\alpha' \qquad \alpha_2' + \Delta\alpha'$$

einsetzen. Unsere Bestimmungsgleichung enthält somit die folgenden vier Unbekannten:

$$\Delta\vartheta \quad \Delta\vartheta' \quad \Delta\alpha \quad \Delta\alpha' \qquad (8)$$

und sie lautet so:

$$\frac{tg\,(\alpha_2 + \Delta\alpha) - tg\,(\alpha_1 + \Delta\alpha)}{sin^2\,(\vartheta_1 + \Delta\vartheta) + tg\,(\alpha_2 + \Delta\alpha)\,tg\,(\alpha_1 + \Delta\alpha)} \cdot sin\,(\vartheta_1 + \Delta\vartheta) = \dots \qquad (9)$$

Die rechte Seite lautet genau so, nur sind die Buchstaben gestrichelt.

4. Es gilt nun unsere Bestimmungsgleichung in die übliche Form einer linearen Gleichung mit vier Unbekannten zu bringen. Das erreichen wir so: Die linke Seite der Gleichung (9) sehen wir als eine Funktion der beiden Unbekannten $\Delta\alpha$ und $\Delta\vartheta$ an:

$$tg\,\beta_{12} = f\,(\Delta\alpha, \Delta\vartheta) \qquad (10)$$

Alle Winkel- und Winkelzuwächse denken wir in Graden ausgedrückt. Wir berechnen nun den numerischen Wert von $tg\,\beta_{12}$ etwa für folgende fünf Wertgruppen der Unbekannten:

$\Delta\alpha =$	0^0	-1^0	1^0	0^0	0^0	(11)
$\Delta\vartheta =$	0^0	0^0	0^0	-1^0	-1^0	

Wir können die berechneten Werte von $tg\,\beta_{12}$ als Ordinaten z auffassen, die Werte von $\Delta\alpha$ und $\Delta\vartheta$ aber als Koordinaten x und y, so daß wir Gleichung (10) auch so schreiben können:

$$z = f\,(x, y) \qquad (12)$$

Auf Grund der berechneten fünf Zahlenwerte können wir z leicht durch eine Gleichung von folgender Form ausdrücken:

$$z = a\,x + b\,y + c \qquad (13)$$

Es gilt dann nämlich:

$$
\begin{aligned}
a &= \frac{f(\Delta\alpha = +1) - f(\Delta\alpha = -1)}{2} \\
b &= \frac{f(\Delta\vartheta = +1) - f(\Delta\vartheta = -1)}{2} \qquad (14) \\
c &= f(\Delta\alpha = 0,\ \Delta\vartheta = 0)
\end{aligned}
$$

Wir könnten sogar sehr leicht aus den fünf Werten quadratische Gerade berechnen, doch hätte das keinen Zweck. Wenn wir mit der rechten Seite von (9) ebenso verfahren, dann nimmt Gleichung (9) die Form an:

$$a_{12}\,\Delta\alpha + b_{12}\,\Delta\vartheta + c_{12} = a_{12}'\,\Delta\alpha' + b_{12}'\,\Delta\vartheta' + c_{12}'.$$

Diese Gleichung bezieht sich auf das eine Ebenenpaar E_1 E_2 und besagt, daß beide Platten für den Winkel β_{12}, den diese Ebene miteinander bilden, denselben Wert geben. Wenn wir diese Bedingungsgleichung für vier Ebenenpaare aufstellen, dann haben wir vier Bestimmungen für vier Unbekannte, und können diese Unbekannten berechnen. Wenn wir solche Ebenen E wählen, die nur kleine Winkel mit den Hauptebenen bilden, dann finden wir bald sehr genaue Werte der Unbekannten, da bei kleinen Winkeln die Tangenten den Winkeln ziemlich proportional sind. Wir kennen dann auf den beiden Platten die Hauptstrahlen L und L', in denen die optischen Mittelpunkte U und U' liegen müssen, und gleichsam als Nebenprodukt erhalten wir auch die Winkel ϑ und ϑ', die die Ebenen mit der Kernachse bilden.

5. Wir stehen nun vor der Aufgabe, auf den beiden Hauptstrahlen L und L' die richtigen Mittelpunkte U und U' zu bestimmen. Theoretisch ist das allerdings sehr einfach, denn es bestehen für die Abstände R R' der Punkte U U' von den Kernpunkten K K' die Bestimmungen (4):

$$R\,tg\,\vartheta = f \qquad R'\,tg\,\vartheta' = f.$$

Die Größe $\vartheta\,\vartheta' f$ kennen wir allerdings ziemlich genau; die Kernpunkte K K' aber, auf die U U' bezogen werden, kennen wir aber nicht so genau, als es wünschenswert wäre und es wird sich in der Praxis wohl meistens eine Unsicherheit von mehreren Millimetern für die Lage von U und U ergeben.

Ein radikales Mittel liegt darin, daß wir nicht zwei Platten S S' von zwei Standpunkten I und II nehmen, sondern auf drei Standpunkten I II III drei Aufnahmen machen und so drei Platten S S' S'' gewinnen. Wenn wir dann die erste Platte S mit der zweiten Platte S' paaren, dann erhalten wir auf S einen Hauptstrahl L_{12}, in dem der Mittelpunkt U liegen muß. Wenn wir aber S mit S'' paaren, dann erhalten wir auf S einen zweiten Hauptstrahl L_{13}, in dem ebenfalls U liegen muß; also ist U der Schnittpunkt der beiden Hauptstrahlen L_{12} und L_{13}. Das Analoge gilt für die zweite und dritte Platte.

Wenn wir U und U' auf den beiden Platten mittels dreier Kontrollpunkte P_1 P_2 P_3 bestimmen wollen, dann sind wir wohl auf Versuche angewiesen. Wir nehmen zwei angenäherte Mittelpunkte U_1 U_1' und konstruieren unter dieser Annahme das Dreieck P_1 P_2 P_3. Wir finden, daß es falsch ist.

Wir untersuchen nun einerseits wie sich das Dreieck ändert, wenn wir U_1 auf dem Strahle L nach rechts oder links schieben und wie sich das Dreieck anderseits ändert, wenn wir U', auf dem Strahle L', nach rechts oder links schieben. Wir erkennen dann, in welchen Richtungen wir versuchen müssen, um bessere Mittelpunkte zu erhalten.

Photographic Surveying in the United States Coast and Geodetic Survey.

By J. A. Flemer, Topographer in Coast and Geodetic Survey Washington.

The international boundary line between Russian America and the British Possessions in North America, as originally described in a treaty between Russia and Great Britain, also defined the boundary between Alaska and British Columbia.

However, since wide discrepancies and deviations appeared between the mapped lines, representing the boundary from the head of Portland Canal to Mount St. Elias, as laid down by the Canadian cartographers and those of the United States Government, it was found that a topographic reconnaissance of S. E. Alaska would have to be made before these differences could be reconciled and a line, satisfactory to both countries and in harmony with the intent of the Russo-Anglican treaty description, could be established, for, a proviso in this description made the boundary location dependant on the possible existence of a mountain range, extending parallel with te coast and not farther distant from the latter than ten marine leagues. In the case of non-existence of such a coast range, or naturally marked boundary, the line was to follow the windings of the coast at the uniform distance of ten marine leagues therefrom.

The Canadian cartographers delineated the boundary of S. E. Alaska along such a coast range, whereas those of America had adopted the conventional ten marine league line. A topographic reconnaissance, of course, would show the orographic character of the territory, and, either prove the existence or the absence of a coast range in the sense of the treaty, that is, within the ten marine leagues wide belt or lisiére.

In 1892 the governments of both countries appointed commissioners — Mr. W. F. King, Chief Astronomer of the Department of the Interior, on the Canadian side, and Dr. T. C. Mendenhall, Superintendent of the Coast and Geodetic Survey, on the American side — to devise the best method for making such a reconnaissance and to carry the work of the survey into execution.

The climatic and topographic difficulties inherent to this territory were at once recognized. It was quite evident that the customary instrumental methods, generally applied to the topographic surveys, heretofore

executed under the American Government, would be precluded on account of excessive cost and time consumption. Mr. W. F. King's suggestion therefore, to apply the phototopographic surveying method was adopted by the Commission.

The coastal belt of S. E. Alaska was thus reconnoitered and mapped in less than three years, from 1893 to 1895, the phototopographic parties being in the field from May to September. Each season's work was plotted in Ottawa, Canada, on 1 : 80.000 scale, during the following winter. The final maps were reduced to 1 : 160.000. This reconnaissance being jointly made by the American and Canadian Governments the work was divided, allotting the astronomical and triangulation observations and computations to the Americans and the phototopographic survey to the Canadians.

Seven Dominion Land Surveyors were given a practical course in phototopography, in Ottawa, in 1892, to familiarize them with the methods and instruments devised by Capt. E. Deville, Surveyor General of Dominion Lands, who had inaugurated extensive phototopographic surveys in the Rocky Mountains, which, from their inception, in 1888, had been marked with great success. In May of 1893, these officers were placed in charge of the Canadian topographic parties, each chief having assigned him one assistant (also a D. L. S.), from four to five helpers or packers, one cook, the necessary camp outfit, instruments, provisions and means for local transportation, the latter consisting of a sailboat and a canoe. One Coast and Geodetic Survey officer with a packer were assigned to each Canadian and one Dominion Land Surveyor with packer joined each American party.

The Coast and Geodetic Survey officers, thus attached to these Canadian parties, became familiar with the practical operations and applications of the phototopographic surveying method as practiced in Canada. The United States Coast and Geodetic Survey has now a fine equipment of photogrammeters and the Bureau applies the phototopographic methods wherever they would be more satisfactory than other instrumental surveying methods, particularly in regions rich in orographic details. Photographs obtained with the photogrammeters of this Bureau, have also been successfully used to supplement topographic details when plotting the data obtained by other topographic surveying methods, notably in the mapping of the archipelago of S E. Alaska.

When the award of the international boundary line between Alaska and Canada was made, October 20th, 1903. in London, England. the tribunal laid down the boundary line on the phototopographic maps, scale 1 : 160.000 made under treaty of 1892 (article No. 1) during the seasons of 1893—1895, and forming part of the report submitted, December 31st, 1895, by the Commissioners, Mssrs. W. F. King and W. W. Duffield. (The latter having succeeded Dr. T. D. Mendenhall as Superintendent of the Coast and Geodetic Survey and as U. S. Boundary Commissioner.)

The overland boundary line, as laid down by the Alaskan Boundary Tribunal, is a little over 1901 *km* long and it is fixed by the selection of 83 mountain peaks, two passes and two other points, all marked on the

award maps. This series of 87 points forms an irregular polygon-line, extending from the head of Portland Canal to the 141st meridian just west from Mount St. Elias, the reaches between the points marked on the maps being straight courses.

In 1904 the British Government appointed Dr. W. F. King on the Canadian side and the United States Government appointed Mr. O. H. Tittmann, Superintendent of the Coast and Geodetic Survey, Commissioners for the demarcation of the Alaskan boundary line in accordance with the award of October 20th, 1903.

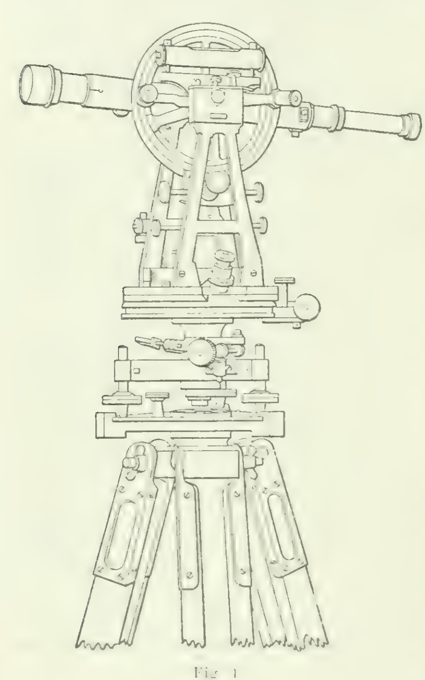


Fig. 1

This Commission, besides marking the boundary sections with suitable monuments between the peaks and other fixed points, selected by the tribunal, is again applying the phototopographic method, partly to extend the survey to the boundary where the original reconnaissance falls short of that line, partly to supplement topographic details where the original survey was deficient in camera stations. Inaccessible boundary peaks are photographed with telephotographic instruments to enable the Commissioners to indicate and permanently fix the exact turning point in the boundary line at these places.

With a view to simplicity in structure and a light weight, the new Coast and Geodetic Survey phototopographic instrument has been made in three distinct parts or sections, the transit, the camera, and one tripod serving for both

By removing two capstan-head screws, which unite the baseplate of the Y support with the vernier plate of the horizontal circle, the superstructure, embracing the Y's, telescope, and vertical circle, may be lifted from the horizontal circle (Fig. 1).

The camera, complete as such, may be mounted on the vernier plate of the horizontal circle with the same capstan-head screws that secure the superstructure of the transit. The fig. 2 shows the camera-theodolite in its usual position (long sides of the photographic plate horizontal). The truncated aluminium cone (fig. 2 and 3), under the camera-box is secured to

the latter by means of a central clamp-screw (within the hollow cone), and the base-rim of the cone is then fastened to the vernier plate of the horizontal circle by the two capstan-head screws already mentioned.

Both transit and surveying camera are used on the same tripod. The substructure (with the horizontal circle) is connected with the tripod by means of the triangular tripod plate. This triangular plate is screwed to the tripod and the three leveling-screws of the substructure are placed on the

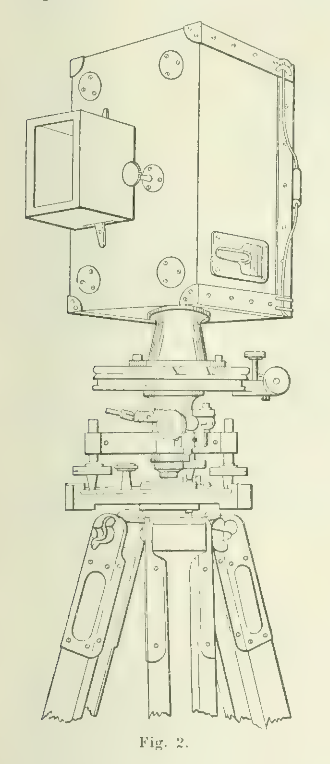


Fig. 2.

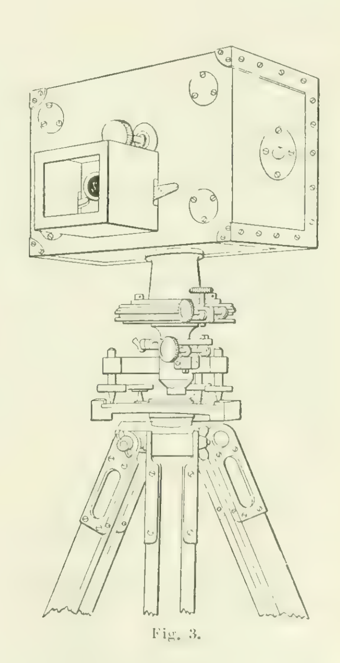


Fig. 3.

arms of this plate, a clamping device securing the conical ends of the leveling-screws to the tripod plate serves to prevent a possible disturbance of the substructure when the exchange from transit to camera is made.

The adjustments of transit and camera are stable and with ordinary care are little liable to change. To reduce weight without sacrificing rigidity and strength, aluminum has been used when practicable.

The camera is packed in a stout packing-case, together with eigth

double plate holders, focusing-cloth, note-book, etc. The transit is packed by itself.

A small triangular net or hammock, that may readily be attached to the legs, should be provided for use when stations are occupied in windy weather. These necessarily light instruments are naturally subject to disturbance by the wind, but by placing a suitable weight (a stone will do) in the net suspended between the tripod legs no noticeable vibration will occur.

The rear frame of the inner (aluminum) camera-box is supplied with notches to mark the horizon and the principal lines. The constant focal length (about 151·64 *mm*) of the lens is also laid off on the inner edge of this frame, one half on either side of the principal line and one-half to one side of the horizon line. All these notches print on the edges of the negatives, giving ready means for checking distortions in the prints.

As will be noted, this camera-box is similar in form to Captain Deville's new model, having also the same lens (Zeiss anastigmat, $6^1/_2 \times 8^1/_2$ series V). The plates used in this camera are 127 *mm* $\times$ 203 *mm*. The outer box or casing, is made of well-seasoned $^1/_4$-inch (6 *mm*) mahogany reinforced with strips of brass. The sensitized film of the photographic plate is brought into direct contact weth the rear of the inner camera-box by means of a milled-head screw. attached to the front board of the outer box.

The lens is about $2^1/_{16}$ inches (52·3 *mm*) from one long side and $3^{15}/_{16}$ inches (100 *mm*) from the other long side of the outer wooden case, making the horizon line correspondingly nearer one long side of the camera. When the main field of the terrene falls below the station the camera is mounted with the lens low and vice versa. Three sets of cross-levels are attached to the inner camera-box, each being covered with a glass window inserted into the outer wooden case, so that a set of cross-levels will appear on the upper camera side for each of the three positions in which the camera may be mounted.

Kleinere Mitteilungen.

Tätigkeit der Sektion „Laussedat" in der „Société française de Photographie" zu Paris.

Im Frühjahre 1908 konstituierte sich in der „Société française de Photographie" zu Paris die Sektion „Laussedat" (Archiv, I. Band, S. 70, 213), in welcher die bekannten Fachleute Vallot, Comte de la Baume-Pluvinel, Wenz, Montpillard, Saconney usw. das Erbe Laussedats übernommen haben. Es werden Vorträge über aktuelle Fragen gehalten, die Neuerscheinungen der photogrammetrischen Literatur werden besprochen, instrumentelle Neuerungen vorgeführt usw., es herrscht ein reges Leben, das dem Austausche fachlicher Ideen gewidmet ist.

Zwei Tatsachen verdienen ganz besonders hervorgehoben zu werden, und zwar:

1. Die Schaffung von Preisen für Konkurse und
2. die Anregung wegen Errichtung eines Denkmales für Laussedat.

Emil Wenz, bekannt durch seine gelungenen Drachenaufnahmen und verschiedene Neuerungen in der Drachenphotographie, widmete 500 Francs als Preis

für die schönsten photographischen Aufnahmen, die aus einem Drachen oder unbemannten Ballon auf automatischem Wege gewonnen wurden und für topographische Zwecke Verwendung finden.

Graf de la Baume-Pluvinel schloß sich mit 100 Francs an und die Witwe des Obersten Laussedat stellte der Jury eine silberne Medaille zur Verfügung mit dem Bildnisse Laussedats, die der bekannte Graveur Roty, ein Freund Laussedats, gemacht hat.

Nähere Bestimmungen finden sich im „Bulletin de la Société française de Photographie", XXV. Band, 1909.

Was die Errichtung eines Denkmales für den Begründer der Photogrammetrie Laussedat betrifft, welche die Sektion „Laussedat" in dankbarer Pietät angeregt hat, verweisen wir auf den folgenden Wortlaut für die Subskription.

Subskription für die Errichtung eines Denkmales für Laussedat in Moulins. Die Société française de Photographie in Paris hat am 1. August 1909 ein Zirkular nachstehenden Inhaltes versendet:

Monsieur,

Les compatriotes du colonel Laussedat, membre de l'Institut, ancien directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, ont décidé d'élever à Moulins (Allier) un monument à sa mémoire. Ses nombreux amis, dans toute la France, ont voulu seconder cette louable initiative et ils ont constitué, à Paris, un Comité avec la mission de recueillir aussi des souscriptions.

Les éminentes qualités du colonel Laussedat, l'élévation de son esprit, son patriotisme, son amour désintéressé de la Science, lui ont attiré partout les plus ardentes sympathies, à l'étranger comme en France, dans l'armée, où il a servi comme officier du génie; à l'Ecole Polytechnique, où il a été professeur, puis directeur des Études; au Conservatoire des Arts et Métiers, à l'Institut, dans les milieux industriels où l'appelaient sa compétence technique et ses fonctions spéciales lors des Exposition universelles.

Aussi le Comité de Paris a-t-il pensé qu'il répondrait aux désirs de tous ceux auxquels cette mémoire reste chère, en leur facilitant les moyens de joindre leur souscriptions à celles que recevra le Comité de Moulins.

Vous voudrez donc bien inscrire votre nom sur le bulletin de souscription ci-joint et l'adresser à M. Gauthier-Villars, trésorier du Comité, 55, quai des Grands-Augustins.

La famille du colonel Laussedat a bien voulu nous faire savoir qu'elle mettait á notre disposition, pour les offrir aux souscripteurs, un certain nombre de médailles en bronze où le très distingué graveur Roty a fixé les traits du colonel, son ami. Nous nous chargerons de les faire parvenir à tous ceux des souscripteurs qui nous en feront la demande.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les plus distingués.

Présidents d'honneur:

MM. E. Levasseur, Membre de l'Institut, Administrateur du Collège de France, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers.

Alfred Picard, Membre de l'Institut, ancien Ministre de la Marine.

Prèsident:

M. le Général de division Laurent, ancien Président du Comité technique du Génie.

Stereo-Autograph von k. u. k. Oberleutnant v. Orel. Dieser neue Apparat zur Verwertung stereoskopischer Landschaftsbilder, welche mittels eines Phototheodolites hergestellt werden, wurde von dem Carl Zeiss-Werke in Jena nach den Angaben des k. u. k. Oberleutnants Eduard v. Orel fertiggestellt und im Dezember 1909 wurden im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien die Versuchsarbeiten mit diesem automatischen Auftrageapparate aufgenommen.

Dieser Apparat ermöglicht das vollständig automatische Legen von Höhenschichtenlinien, ferner das Bestimmen eines jeden beliebigen Punktes der Lage und Höhe nach, sowie auch das Zeichnen jeder im Bilde sichtbaren Linie in zwangsläufiger Weise. Die angestellten Versuche ergaben in jeder Hinsicht durchaus befriedigende Resultate.

Die eingehende Publikation des Apparates und der Versuchsergebnisse wird zu einem späteren Zeitpunkte erfolgen.

Photogrammetrie auf der Internationalen Photographischen Ausstellung zu Dresden 1909. Der Zweck der Internationalen Photographischen Ausstellung Dresden 1909 tritt aus der in erster Sitzung des provisorischen Ausschusses festgestellten Fassung der Gründe der Ausstellung deutlich hervor:

„Die Internationale Photographische Ausstellung Dresden 1909 soll eine umfassende Darstellung des Wesens der Photographie in allen Zweigen und in allen Kulturländern sein, sie soll die Entwicklung der Photographie wie den heutigen Stand ihrer Leistungen in gewerblicher, künstlerischer und wissenschaftlicher Hinsicht und aller ihrer technischen Hilfsmittel und Nebenzweige zeigen."

Dieses stolze Ziel wurde von dem Ausstellungsdirektorium und dem Arbeitsausschusse in glänzender und durchaus origineller Weise erreicht. Das Direktorium ging nach einem wohlerwogenen Plane vor, streng zielbewußt, frei von jeder Schablone, und es darf erwartet werden, daß die Einteilung dieser größten aller bisherigen photographischen Ausstellungen richtunggebend für die Zukunft wirken werde.

Die Gruppe Industrie, Reproduktionstechnik, Berufs- und Liebhaberphotographie und Unterrichtswesen waren vorzüglich vertreten; was uns in höherem Maße interessiert, ist die Gruppe „Wissenschaftliche Photographie". In allen bisherigen photographischen Ausstellungen stellten die Arbeiten auf diesem Gebiete nur ein Anhängsel an die vorherrschenden Sammlungen von künstlerischen, gewerblichen und Erinnerungsbildern dar; in der Dresdener Ausstellung kann man die wissenschaftliche Gruppe als die bedeutendste bezeichnen, denn sie faßte zum erstenmal das ganze Materiale zusammen; sie zeigte, was bereits erreicht wurde, wo noch Ungelöstes weiterer Arbeit harrt und nach welchen Richtungen sich noch aussichtsreiche Weiterentwicklungen erwarten lassen.

Welche Fülle von Material war vorhanden, um die Anwendungen der Photographie in der Botanik, Zoologie und Anthropologie, Rechtspflege und Verwaltung, Physik und Chemie, Pathologie, Meteorologie, Mineralogie und Geologie usw. zu zeigen!

Prof. Dr. Luther von der königl. Technischen Hochschule in Dresden hat sich um diese Gruppe ganz besondere Verdienste erworben.

Welche Bedeutung die Photographie auf dem Gebiete der astronomischen Wissenschaften erlangt hat, wurde in glänzender Weise vorgeführt. Durch das Summationsvermögen und die starke Lichtempfindlichkeit der Platten ist es gelungen, selbst die flüchtigsten Himmelserscheinungen zu fixieren. In einer großen Vollständigkeit gibt die Ausstellung ein treffliches Bild von nahezu allen bis jetzt beobachteten Himmelserscheinungen. Interessant sind dabei die Resultate einiger Sonnenexpeditionen und die Spektralaufnahmen der Himmelskörper. Einige besonders gelungene Mondaufnahmen erregten ganz besonderes Interesse.

Das mathematisch-mechanische Institut von G. Heyde in Dresden hat an geeigneter Stelle des Parkes eine mit Refraktor, Registrierapparaten etc. ausgestattete Sternwarte errichtet, welche eine große Attraktion auf die Besucher der Ausstellung übte.

Was die Photogrammetrie betrifft, so enthielt der ausgezeichnet angelegte Katalog zur Orientierung eine Einleitung über das Wesen und die Bedeutung der Photogrammetrie in ihren verschiedenen Anwendungsgebieten.

Die Fülle der Ausstellungsobjekte, welche alle Anwendungsgebiete der Photogrammetrie umfaßte: Terrain-, Architektur- und Ballonaufnahmen, Gletscher- und Wolkenvermessung etc. war nach Ländern historisch geordnet und konnte der Besucher die Photogrammetrie in ihrer Entwicklung eingehend studieren. Es waren im Bilde alle photogrammetrischen Instrumente veranschaulicht, welche in den verschiedenen Ländern gebaut worden sind; von der topographischen Kamera Laussedats bis zum Stereokomparator von Pulfrich.

Es haben photogrammetrische Arbeiten ausgestellt:
Das k. u. k. Militärgeographische Institut in Wien;
die königl. Meßbildanstalt zu Berlin;
die Österreichische Gesellschaft für Photogrammetrie;
Staatsrat R. Thiele in Moskau;
Hauptmann Th. Scheimpflug in Wien;
Ingenieur Maul in Dresden und
Prof. E. Doležal in Wien.

Von photogrammetrischen Instrumenten kamen effektiv zur Ausstellung:

1. Durch die Lehrkanzel für praktische Geometrie an der k. k. Technischen Hochschule in Wien:
a) Photogrammetrischer Stereoskopapparat von Schell, ausgeführt in der mathematisch-mechanischen Werkstätte von Starke & Kammerer in Wien.
b) Phototheodolit von C. Koppe, ausgeführt im mathematisch-mechanischen Institute O. Günther & Tegetmeyer in Braunschweig.
c) Großer Phototheodolit für die Aufnahme von Denkmälern nach Dr. Dokulil, hergestellt in der mathematisch mechanischen Werkstätte von R. & A. Rost in Wien.
d) Photogrammetrische Stereoskopkamera nach Dr. Dokulil, von derselben Firma ausgeführt.

2. Durch die Lehrkanzel für Geodäsie an der k. k. böhmischen technischen Hochschule in Brünn: Phototheodolit von Breithaupt, gebaut in der mathematisch-mechanischen Werkstätte von Breithaupt in Kassel.

3. Durch das mathematisch-mechanische Institut R. & A. Rost in Wien:
a) Photogrammeter für topographische Zwecke nach Baron Hübl.
b) Auftrageapparat für stereophotogrammetrische Rekonstruktionen nach Zivilgeometer Truck.

4. Durch die Photographische Manufaktur R. Lechner (Wilh. Müller) in Wien: Phototheodolit System Pollack.

5. Durch das mathematisch-mechanische Institut Toepfer & Sohn in Potsdam: Zenitkamera nach Prof. Schnauder.

6. Durch den Ingenieur Maul in Dresden sein Raquetten-Apparat für topographische Aufnahmen.

Die Organisation der Abteilung Photogrammetrie in der Gruppe Wissenschaftliche Photographie lag in den Händen von Prof. E. Doležal.

Die reichsdeutschen, französischen, englischen, italienischen usw. Fachzeitschriften haben sich anerkennend über die gelungene Bearbeitung der Gruppe Photogrammetrie, welche ein selten vollständiges Bild der verschiedenen Anwendungen der Photogrammetrie lieferte, ausgesprochen.

Auszeichnungen auf der Internationalen Photographischen Ausstellung Dresden 1909. Um die Mitte des Monates September (1909) ist zu Dresden ein Preisgericht zusammengetreten und auf dem Gebiete der Photogrammetrie wurden Ehrenpreise, die höchsten Auszeichnungen, an folgende Aussteller verliehen:

1. Das k. u. k. Militärgeographische Institut in Wien;
2. k. u. k. Hauptmann Th. Scheimpflug in Wien;
3. die königl. Meßbildanstalt in Berlin und
4. Ingenieur Maul in Dresden.

Obmann der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie, Professor Doležal, fungierte auf dem Kongresse als Ehrenpräsident und wirkte als Juror und stellvertretender Obmann im Preisgerichtskollegium.

Erster Internationaler Kongreß für angewandte Photographie Dresden 1909. (11. bis 15. Juli.) Zum ersten Male verzeichnen die Annalen der Photographie einen Kongreß, der sich ausschließlich den Anwendungen der Photographie in Wissenschaft und Technik widmete. Dieses gewaltige Gebiet durch eigene Ausschnitte aus dem bunten Bilde der praktischen Anwendungen der Photographie zu schildern, war Ziel und Zweck einer großen Reihe von Vorträgen, die Fachleute aus allen Ländern hielten.

Eine überaus schwierige Arbeit bot die Organisation und Vorbereitung des Kongresses und man muß besonders den Herren Prof. Dr. Luther, Dr. H. Weiß und Redakteur K. Weiß dankbar sein, die an der Spitze des Komitees zum vollen Gelingen des Kongresses beitrugen.

Vorträge, welche sich mit der photographischen Meßkunst befassen, respektive dieselbe tangierten, waren:

Doležal: Über Photogrammetrie und ihre Anwendungen.

Eijkmann: Stereoröntgenographie.

Die Verhandlungen des Kongresses werden in Druck gelegt und erscheinen bei Wilhelm Knapp in Halle a. S.

Internationaler photographischer Kongreß zu Brüssel. (1. bis 6. August 1910.) Die Initiative zu diesem Kongresse ging von der permanenten Kommission für Internationale photographische Kongresse im Einvernehmen mit Association belge und von den Sociétés photographiques de Belgique aus. In der Folge der abgehaltenen Kongresse: Paris 1889, Brüssel 1891, Paris 1900, Lüttich 1905 reiht er sich als fünfter an. Er umfaßt drei große Sektionen: die wissenschaftliche, die technische und die bibliographische.

Vorträge, welche auf photographische Meßkunst Bezug haben, befinden sich in der ersten Sektion und sind:

Deville: Die Photogrammetrie in Kanada.

Eijkman: Stereoskopie.

Saconney: Präzisions-Ballonphotographie.

Scheiner: Himmelsphotographie und optische Fortschritte.

Tardivo: Photographisches Relief bei Ballonaufnahmen.

Teilnehmerkarten kosteten 10 Francs; die Kongreßverhandlungen werden gedruckt und erhalten sie die Teilnehmer gratis.

Die nächste Nummer des „Archives" wird Näheres über die vorstehend angeführten Vorträge bringen.

Königl. Meßbildanstalt zu Berlin. Der Begründer und bisherige Leiter der königl. Meßbildanstalt in Berlin, Geh. Baurat Prof. Dr. ing. h. c. A. Meydenbauer, ist in den Ruhestand getreten und verbringt in dem schönen Godesberg am Rheine den Abend seines arbeitsreichen Lebens. Die Verwaltung der königl. Meßbildanstalt ist gegenwärtig kommissarisch dem Regierungsbaumeister v. Lüpke übertragen.

Neue Anwendungen der Stereoskopie. Dr. P. H. Eijkmann, Arzt aus Scheveningen, hielt auf dem Internationalen Kongresse zu Dresden einen bemerkenswerten Vortrag, der neue interessante Anwendungen der Stereoskopie behandelte.

Der Redner zeigte ein Glasprisma mit variablem Winkel, das dadurch entsteht, daß eine plankonkave und eine plankonvexe Linse ineinander drehbar sind, so daß sie zusammen entweder eine planparallele Fläche bilden oder ein Prisma von jedem beliebigen Winkel. Das Prisma kann für Unterrichtszwecke, für Stereoskope und für ärztliche Zwecke dienen.

Unter dem Namen „Polyphanie" beschrieb Eijkmann ein Verfahren, auf einer Platte nicht wie üblich nur zwei stereoskopische Halbbilder eines Gegenstandes aufzunehmen, sondern drei (Triphanie) oder vier (Tetraphanie) usw. Im allgemeinen müssen die Projektionszentren eine regelmäßige Figur bilden (Dreieck, Quadrat etc.). Es stellt sich heraus, daß die stereoskopischen Einzelheiten viel besser hervortreten und dies gilt sowohl für Röntgen-, als für gewöhnliche Aufnahmen. Weiter beschreibt und zeigt er sein neues Verfahren, das er „Symphanie" nennt und das darin besteht, daß man das Röntgen-Stereobild in natürlicher Größe mit dem aufgenommenen Körperteile zusammenbringt, so daß der Chirurg einen Fremdkörper oder die Knochen scheinbar durch die Haut des Patienten hindurchsieht, und zwar genau an Ort und Stelle, wo sie sich wirklich befinden. Der Effekt wird dadurch zustande gebracht, daß in dem dafür gebauten Spiegelstereoskope keine gewöhnlichen Spiegel gebraucht werden, sondern halbdurchsichtige Spiegel; damit sieht man das aufgenommene Objekt, den betreffenden Körperteil, direkt und durch Spiegelung auch das Röntgen-Stereobild. Die Symphanometrie kennzeichnet sich dadurch, daß man statt des ursprünglichen Körperteiles einen angepaßten Maßstab mit dem Röntgen-Stereobilde zusammenbringt und dann direkt alle Maße in jeder Richtung nehmen kann. Bei der „Symphanoplastik" bringt man statt eines Körperteiles eine plastische Masse, wie Lehm oder Wachs mit dem Stereobilde zusammen und kann dann gewissermaßen durch eine Umfahrung der Grenze des Stereobildes mittels eines Stilets direkt eine Plastik nach dem Stereobilde machen; das Verfahren eignet sich nicht nur für Röntgenbilder, sondern auch für gewöhnliche Stereoskopie.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Ideen des holländischen Arztes auch für photogrammetrische Zwecke, respektive für jene der Stereo-Photogrammetrie ausgenutzt werden können. Vor allem sei da auf seine Publikation hingewiesen:

„Stereoröntgenographie" in „Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen", Band XIII, Hamburg 1909.

I. Ferienkurs für Stereophotogrammetrie in Jena vom 4. bis 9. Oktober 1909. Der Begründer der Stereophotogrammetrie Dr. C. Pulfrich veranstaltete im verflossenen Jahre einen lehrreichen Ferienkurs, der 6 Tage dauerte. Die Vorträge und Demonstrationen fanden im „Kleinen Saale" des Volkshauses der Carl Zeiss-Stiftung statt; die Übungen wurden bei gutem Wetter in der näheren Umgebung von Jena abgehalten. Das Honorar betrug 20 Mark

Die Tagesordnung sei zur Orientierung mitgeteilt.

Montag, den 4. Oktober. Grundzüge der Stereoskopie und des stereoskopischen Meßverfahrens. Prüfungstafel für stereoskopisches Sehen. Skala und wandernde Marke. Erweiterung der durch Augenabstand und Sehschärfe gegebenen Grenzen des stereoskopischen Sehens. Stereomikroskop, Stereotelemeter und Stereokomparator.

Die fünf verschiedenen Modelle des Stereokomparators: *A* und *B* für Astronomen; *C*, ausgerüstet mit zwei Plattenpaaren, für die Küstenvermessung vom Schiffe aus; *D* und *E* für Topographen, Ingenieure und Architekten.

Ausrüstung der beiden astronomischen Modelle *A* und *B* mit dem sogenannten Blinkmikroskop und Nutzbarmachung des letzteren für photometrische und spektrographische Messungen.

Das Stereometer und seine Verwendung für die Vermessung unzerschnittener Stereoaufnahmen naher Gegenstände (Mensch und Tier). Stereoplanigraph. Schatten- und Spiegelstereoskopie.

Praktisches Arbeiten am Stereoskop, Stereomikrometer und den verschiedenen Instrumenten.

Dienstag, den 5. Oktober. Grundzüge der Stereophotogrammetrie. Anforderungen der Methode an die Aufnahmeapparate. Feld- und Standphototheodolite Glaskreis und Schätzmikroskope. Kreislinie, beziehungsweise Doppelstrich als Ein-

stellungsmarke im Visierfernrohr. Stereokamera. Die bisher erzielten Resultate. Ausmessung der Aufnahmen und Herstellung des Planes. Verschiedene Maßstäbe. Praktisches Arbeiten und Aufnahme eines Geländeabschnittes.

Mittwoch, den 6. Oktober. Mikrometrische Messung der Standlinie bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen mit Hilfe der horizontalen Meßlatte. Benutzung einer Hilfsbasis und Berechnung spitzwinkeliger Dreiecke. Neue Modell-Meßlatte.

Vorführung des neuen Streckenmeßtheodolites mit $^1/_2$ *m* Basis am Instrumente (zugleich Nivellierinstrument und Theodolit) und direkte Messung der Horizontalprojektion der Ziellinie nach einem nicht notwendig zugänglichen Punkte. Neues Mikrometer mit Vorrichtung zur direkten Ablesung des Winkels und seines Sinuswertes.

Übungen und Messungen. Besichtigung der Zeiss-Werkstätten unter sachkundiger Führung. Hierbei gelangten unter den Erzeugnissen der Werkstätte auch die von Ingenieur Wild angegebenen neuen Nivellierinstrumente und der neue Sextant nach Cordeiro-Pulfrich zur Vorführung.

Donnerstag, den 7. Oktober. Benutzung von mehr als zwei Stativen bei stereophotogrammetrischen Aufnahmen. Neue, leicht transportable Stative von besonders großer Stabilität, zum Gebrauche auf unebenem Terrain, an Bergabhängen und auf Treppen. Aufnahme nicht parallel, mit links oder rechts zur Standlinie gerichteten Achsen; ferner mit konvergent gerichteten Achsen (Monduntersuchung). Die Küstenvermessung vom Schiffe aus.

Übungen im Saale und im Freien.

Freitag, den 8. Oktober. Das automatische Auftrageverfahren des Oberleutnant v. Orel vom k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.

Vorführung des Feldphototheodolites für Hochgebirgsaufnahmen und für die Zwecke der Architektur, Plattenformat 13×18 *cm*, Brennweite 190 *mm*, das Objektiv in der Höhe verstellbar. Vertikalstellung der Drehungsachse mit einer im Innern der Kamera angebrachten Dosenlibelle und den darüber befindlichen Ablesemikroskopen. Neues Visierfernrohr mit konstanten Verschwenkungswinkeln. Panoramaaufnahmen. Aufnahmen mit normal zur Standlinie gerichteten und mit verschwenkten Achsen.

Übungen im Saale und im Freien.

Sonnabend, den 9. Oktober. Schlußwort, Übungen und Messungen.

Die Zahl der Teilnehmer betrug 46; es waren Professoren, Ingenieure und Militär aus Deutschland, Österreich, Ungarn, Rußland und Serbien vertreten.

II. Ferienkurs in Stereophotogrammetrie in Jena in der Zeit vom 3. bis 8. Oktober d. J. Die Vorträge und Demonstrationen finden statt im sogenannten „Kleinen Saale" des Volkshauses der Carl Zeiss-Stiftung. Die Übungen werden ebenda und bei gutem Wetter im Freien, in der näheren Umgebung von Jena, abgehalten.

Die erforderlichen Apparate werden von der Firma Carl Zeiss zur Verfügung gestellt.

Die Platzkarten für die Vorträge werden verteilt in der Reihenfolge der definitiven Anmeldung.

Das Honorar für die Vorträge, Demonstrationen und Übungen beträgt 20 Mark und ist bei Entgegennahme der Teilnehmerkarte zu erlegen.

Die Anmeldungen zur Teilnahme an diesem Kurse sind an den Herrn Dr. C. Pulfrich nach Jena, Kriegerstraße 8, zu richten. Auf Wunsch wird die Teilnehmerkarte vorher zugesandt.

Ein ausführliches Programm wird später bekannt gegeben. Um rechtzeitig geeignete Dispositionen treffen zu können, wird gebeten, die Anmeldungen möglichst bald bewirken zu wollen.

Anmerkung. Den Kursteilnehmern ist in der oben angegebenen Zeit Ge-

legenheit geboten, an den von Herrn Dr. Gundlach, dem Vorsteher des Reproduktionslaboratoriums der Firma Carl Zeiss, veranstalteten Demonstrationen und praktischen Übungen:

Behandlung und Entwicklung photographischer Platten mit besonderer Rücksicht auf die Bedürfnisse der Photogrammetrie teilzunehmen. Es wird gebeten, die Anmeldungen zu diesen Übungen an Herrn Dr. Gundlach, Jena, Johann Friedrichsstraße 36, zu richten. Das Honorar beträgt 10 Mark. (Laut Zirkular.)

Zeppelins Luftschiff im Dienste der Polarforschung. Im Sommer 1909 hat das Bekanntwerden der Polarpläne des Grafen Zeppelin in der wissenschaftlichen und speziell in der geographischen und meteorologischen Welt berechtigtes Aufsehen hervorgerufen. Nach den Äußerungen des Geheimrates Prof. Dr. Hergesell in Straßburg, von dem der Gedanke zu der von Zeppelin geplanten deutschen Polar-Luftschiff-Expedition herrührt, hat das Unternehmen nicht den Hauptzweck, den Nordpol zu erreichen, sondern es soll der wissenschaftlichen Erforschung der unbekannten arktischen Regionen von Ost-Grönland bis nach dem Franz Josefs-Land hin dienen.

Die Erreichung des Poles ist wissenschaftlich wenig interessant. Der Nordpol ist ja nur ein mathematischer Punkt und als solcher wissenschaftlich auch nicht wichtiger und wertvoller als jeder andere Punkt in den höchsten Breiten. Das ist gerade auf deutschen wissenschaftlichen Kongressen mehrfach und nachdrücklich betont worden. Von Wichtigkeit ist jedoch die geographische Erforschung der unbekannten Gegenden in der Arktis und diese soll durch die deutsche Expedition ausgeführt werden, so weit als eben die Kräfte des Zeppelinschen Luftschiffes reichen. Dieses ist in vorzüglicher Weise für die geplanten Polarforschungen geeignet, es wird in erster Linie als Vermessungsluftschiff verwendet werden, und zwar wesentlich mit Verwertung der Photogrammetrie und speziell der Stereophotogrammetrie, für deren Verwendung das Vorhandensein einer hinreichend langen Basis zwischen den beiden Gondeln besonders vorteilhaft ist.

Es steht außer allem Zweifel, daß die vorbereitenden Studien für dieses große und verdienstvolle wissenschaftlich-geographische Unternehmen mit deutschem Ernste und deutscher Gründlichkeit betrieben werden. Der Plan zu demselben wird in allen Teilen sorgfältig ausgeführt und vorbereitet werden, so daß Vorkehrungen und Vorsichtsmaßregeln für alle erdenklichen Eventualitäten studiert werden.

So viel steht fest, daß die Großbai den Stützpunkt der Expedition bilden wird. Von hier aus sollen die einzelnen Fahrten während des Polarsommers unternommen werden, wo die Temperatur meistens 5^0 ober Null oder doch nur einige Grade unter Null beträgt und die durch die ständige Polarsonne bewirkte gleichmäßige Temperatur äußerst günstige Fahrtbedingungen bietet. Landungen auf dem Eise sind nicht nur im Notfalle, sondern auch direkt behufs verschiedener geophysikalischer Beobachtungen vorgesehen und dürfte es wohl möglich werden, das deutsche Luftpolarschiff derart auszustatten, daß es Landung und Wiederaufstieg glatt bewerkstelligen kann.

Es wäre wohl zu wünschen, daß es dem Grafen Zeppelin, der sich mit seltener Unermüdlichkeit und mit einer durch kein Mißgeschick zu beugenden Entschlossenheit der Aufgabe unterzogen hat, die unermeßlichen Weiten des Luftozeans für den Kulturfortschritt der Menschheit zu erobern, gelingen möge, auch auf dem Gebiete der arktischen Forschung deutscher Wissenschaft und deutscher Technik zu einem neuen, glänzenden Erfolge zu verhelfen, und die Hoffnung ist gewiß berechtigt, daß die Erfolge, welche einem Zeppelin in absehbarer Zeit erblühen werden, nicht, wie überängstliche Gemüter befürchten, auf einer kriegerischen Invasion, sondern auf dem fruchtbaren Gebiete friedlicher wissenschaftlicher Arbeit erblühen werden.

Literaturbericht.

Über die Anwendungen der darstellenden Geometrie insbesondere über die Photogrammetrie. Mit einem Anhang: Welche Vorteile gewährt die Benutzung des Projektionsapparates im mathematischen Unterricht? Vorträge, gehalten bei Gelegenheit des Ferienkurses für Oberlehrer der Mathematik und Physik, Göttingen, Ostern 1904, von Friedrich Schilling, Professor an der Universität zu Göttingen. Mit 151 Figuren und 5 Doppeltafeln. Druck und Verlag von B. G. Teubner, Leipzig 1904. Preis geb. 5 M.

Die vorliegende Schrift bildet den zweiten Teil der unter dem zusammenfassenden Titel „Neue Beiträge zur Frage des mathematischen und physikalischen Unterrichtes an den höheren Schulen" erschienenen, von den Herren F. Klein und E. Riecke gesammelten Vorträge, die von diesen und den Herren O. Behrendsen, E. Bose, J. Stark, K. Schwarzschild und F. Schilling gelegentlich des Ferienkurses für Oberlehrer der Mathematik und Physik zu Ostern 1904 in Göttingen gehalten worden sind.

Ihrer Entstehung entsprechend wendet sich die Publikation des Dr. Schilling in erster Linie an die Lehrer der Mathematik an höheren Schulen, welche die „Angewandte Mathemathik" mit Recht intensiv pflegen sollen, um sie für den Mittelschulunterricht im ausgedehnten Maße zu verwenden. In den neuen preußischen Lehrplänen von 1901 wird ausdrücklich darauf hingewiesen, wie „der Unterricht Gewinn davon hat, wenn durch die Aufgaben, deren Lösung er verlangt, auch die Anwendbarkeit der Wissenschaft auf anderen Gebieten, sei es des Lebens, sei es besonders der physikalischen Wissenschaften, gezeigt und die Gelegenheit geboten wird, den mathematischen Sinn durch die Anwendung auf diese Gebiete zu üben".

Prof. Schilling widmet sein Werk den „Anwendungen der darstellenden Geometrie, insbesondere der Photogrammetrie". Er teilt die Gebiete, welche Beziehungen zur darstellenden Geometrie haben, in zwei Gruppen, und zwar: Stereometrie, projektive und analytische Geometrie, Kinematik, Mechanik, Mathematische Physik, Analysis und Algebra behandeln die Beziehungen zu den theoretischen Disziplinen, während Geodäsie, Astronomie und mathematische Geographie, Kristallographie, Architektur, Maschinenlehre, Ingenieurwissenschaften, Physiologie und Psychologie, Kunst und Photogrammetrie den innigen Zusammenhang mit unmittelbar realen Verhältnissen in Wissenschaft und Leben darlegen sollen.

Der Bericht über die einzelnen Anwendungen ist so lebendig und anziehend, daß ihre Bedeutung für den Unterricht in den höheren Schulen unverkennbar wird; die mannigfachen Hinweise auf höhere mathematische Fragen, die an das Geschilderte anknüpfen, sind geeignet, zum wissenschaftlichen Studium anzuregen, sich in den einzelnen Anwendungsgebieten zu vertiefen und weiterzudringen, denn dann erst wird der Lehrer mit Frische und Lebendigkeit zu unterrichten vermögen, wenn er aus dem Vollen schöpft, wenn er sich selbst bewußt ist, noch ein gutes Stück mehr zu wissen, als er dem Schüler mitteilt, wenn er womöglich selbst durch eigene wissenschaftliche Forschung an der Weiterführung der betreffenden Gebiete mitgearbeitet hat, obwohl er dann vielleicht gerade das Beste seines Wissens seinen Schülern vorenthalten muß.

Es muß ein jeder Lehrer der Mathematik und der darstellenden Geometrie aufrichtige Freude empfinden, wenn er den ersten Teil, die ersten zwei Vorlesungen des Schillingschen Werkes liest, denn es sind die Anwendungen der darstellenden Geometrie in den theoretischen Disziplinen hier auf dem engbegrenzten Raume wirklich herrlich geschildert. Um wieviel mehr muß der lebendige Vortrag dieser Materie, bei welchem der Projektionsapparat die Vorführung des reichen Bildermateriales förderte, auf das Auditorium gewirkt haben!

Die Photogrammetrie nebst ihren Anwendungen bildet den Gegenstand der

dritten Vorlesung und enthält etwa 100 Druckseiten mit zahlreichen Textfiguren und 5 größeren Tafeln mit lehrreichen Beispielen.

In einer Einleitung werden die in der Perspektive und Photogrammetrie eingeführten Begriffe: Zentrum, Augenpunkt, Hauptvertikale usw. erläutert und die Aufgabe der Photogrammetrie präzisiert.

Der erste Abschnitt beschäftigt sich mit der „Entwicklung der photogrammetrischen Methoden bei einer einzigen gegebenen Perspektive des räumlichen Gebildes".

Es werden die beiden folgenden Aufgaben:

1. Wie findet man die erste Orientierung der Perspektive (Distanz, Lage des Hauptpunktes und des Horizontes)?
2. Wie läßt sich dann die Rekonstruktion des Objektes vornehmen?

einer eingehenden Betrachtung unterzogen. Es werden Sätze entwickelt, welche zum Zwecke der Orientierung bei architektonischen Objekten, die einen regelmäßigen Bau, parallele, aufeinander senkrecht stehende Linien usw. aufweisen, benutzt werden; aber auch Sätze werden aufgestellt, die bei Aufnahme des freien Geländes zur Verwendung gelangen.

Die Rekonstruktion des Grund- und Aufrisses von Objekten, die Kenntnis der Orientierung vorausgesetzt, findet eine klare Behandlung, wobei die beiden Fälle, wenn die Bildebene im Raume eine vertikale Lage oder eine beliebige Neigung hatte, gebührend auseinander gehalten werden. Die Bedeutung der Fluchtpunkte paralleler Geraden wird hervorgehoben, sowie verschiedene Hilfsmittel bei Bestimmung des Aufrisses (der Höhen) als Proportionalzirkel, Proportionalschema, ein Strahlendiagramm usw. werden in ihrer Einrichtung und ihrem Gebrauche geschildert.

Mehrere ausgeführte Beispiele wurden ausgewählt, um vor Augen zu führen, zu welchen überaus interessanten Aufgaben die entwickelten Methoden der Photogrammetrie hinführen. Dadurch, daß alle wichtigen Konstruktionslinien in den Figuren in entsprechender Ausführung sich vorfinden, können die Konstruktionen für die Orientierung, sowie der Gang der Rekonstruktion gut verfolgt werden. Als Beispiele kamen vornehmlich Perspektiven von Gebäuden in Betracht, an welchen Gerade, rechte Winkel, Parallele u. dgl. erkennbar sind, es wurde somit die Rekonstruktion von Objekten behandelt, die von Ebenen begrenzt werden.

Der zweite Abschnitt: Erweiterung der Methoden auf zwei oder mehrere gegebene Perspektiven, setzt voraus, daß zwei oder mehrere Perspektiven (Photographien) desselben Objektes von verschiedenen Zentren aus zur Verfügung stehen. Es wird die Definition und Bedeutung der von Hauck in die Photogrammetrie eingeführten Kernpunkte gegeben, der allgemeine Satz von Finsterwalder erläutert, vier Methoden zur Bestimmung der zweiten Orientierung, worunter die Elemente verstanden werden, welche die Grundrisse der Standpunkte und der Hauptachsen der einzelnen Aufnahmen gegeneinander festlegen, werden vorgeführt und dann auf die Rekonstruktion bei vertikaler Lage der Bildebene näher eingegangen. Es wird auch der verschiedenen Hilfsmittel gedacht, welche für die Rekonstruktion in Frage kommen.

Zwei vollständig ausgeführte Beispiele sind auf den Tafeln IV und V beigegeben; es ist dies das Theater in Göttingen, dessen Grund- und Aufriß aus 2 Aufnahmen rekonstruiert wurden und die Villa Lindenkrug bei Göttingen, bei welcher 3 Bilder zur Verwendung gelangten.

Die praktischen Anwendungen der Photogrammetrie sind im dritten Abschnitte zusammengestellt. Schilling weist vorerst auf die interessante Beziehung der Photogrammetrie zur Malerei, welche darin besteht, festzustellen, inwieweit die Regeln der geometrischen Perspektive bei Gemälden usw. zur Geltung gebracht werden. Die Beziehungen der Photogrammetrie zur Architektur oder Baukunst wird an der photogrammetrischen Rekonstruktion der Klosterkirche in Jerichov, welche die königl. Meßbildanstalt in Berlin unter Meydenbauers Leitung gemacht hat, gezeigt; es werden das Polygonnetz für die Lage der photogrammetrischen Sta-

punkte, photographische Ansichten der interessanten Klosterkirche nebst dem rekonstruierten Grundrisse und 2 Rißansichten geboten.

Die Anwendung in der Geodäsie wird durch das von Koppe ausgeführte photogrammetrische Trassenprojekt für die Jungfraubahn vorgeführt; das Dreiecksnetz der Standpunkte dieser interessanten Arbeit nebst der reproduzierten Photographie der Eigerwand und einem Höhenschichtenplan der Eigerwand, der in seiner Gänze nach photogrammetrischen Aufnahmen und Messungen ausgeführt wurde, demonstrieren in glänzender Weise die Anwendbarkeit der Photogrammetrie in der Geodäsie.

Die Vermessung des Lobbiagletschers durch Finsterwalder, die Aufnahme des Eibsees von der Zugspitze und die Ballonaufnahme von Neuötting aus einer Höhe von 2117 *m* bei geneigter Bildebene durch denselben Gelehrten, der als eifriger und erfolgreicher Forscher in der Photogrammetrie bekannt ist, sind gewiß sehr lehrreiche Belege für die Brauchbarkeit der Photogrammetrie.

Die Anwendungen der Photogrammetrie in der Geophysik zur Wolkenvermessung, zum Studium der sichtbaren Vorgänge in der Atmosphäre, weiters ihre vielseitige Heranziehung in der Astronomie zur Herstellung der Himmelskarte auf photographischem Wege, zur geographischen Ortsbestimmung, zum Studium der Polschwankungen usw. werden treffend geschildert und überall auf die bezügliche Literatur verwiesen.

Nun kommt der Autor zur Besprechung der photogrammetrischen Instrumente. Daß da nicht alle Konstruktionen berührt werden können, ist natürlich; es fand der Phototheodolit von Koppe, den das mathematisch-mechanische Institut O. Günther & Tegetmeyer in Braunschweig herstellte, eine nähere Behandlung, hierauf wird der Stereokomparator von Pulfrich vorgeführt, sowie ein Phototheodolit von Prof. Wiechert in Göttingen für Wolkenaufnahmen, sowie eine photogrammetrische Kamera von Prof. Schilling besprochen.

Das Schlußkapitel dieser schönen Arbeit bildet ein Ausblick auf höhere geometrische Probleme, zu denen die theoretische Ausgestaltung der Photogrammetrie Anlaß gibt.

Wir möchten es nicht unterlassen, den schönen Ausspruch von A. Pringsheim, den er in der Festrede der öffentlichen Sitzung der Kgl. Bayr. Akademie der Wissenschaften in München 1904 gemacht hat, und den Prof. Schilling seinen Zuhörern zum Schlusse seiner Vorlesungen repliziert hat, hier anfügen:

> „Die angewandte Mathematik überhaupt, wie die angewandte darstellende Geometrie im besonderen bildet eine reiche, nie versagende Quelle der Anregung für Lehrer und Schüler unserer höheren Schulen und ist in erster Linie mit berufen, das in früherer Zeit oft ausgesprochene Wort zu widerlegen, die Mathematik sei eine trockene, unbrauchbare Wissenschaft, die zu verstehen überdies nur wenige berufen sind."

Das Werk ist reich an klaren und lehrreichen Textfiguren. Eine einfache und durchsichtige Diktion zeichnet den Autor aus; der Satz ist schön und korrekt und die nette Ausstattung des Werkes macht dem bekannten Verlage alle Ehre.

Wir sind überzeugt, daß das Werk Prof. Schillings nicht nur bei Professoren und Lehrern der Mittelschulen rasch eine weite Verbreitung finden wird, die es mit Recht verdient, sondern daß es auch außerhalb der Sphäre der Lehrenden, bei der Studentenschaft dankbare Leser finden wird. D.

La Photogrammetrie comme application de la Géometrie descriptive. Edition française rédigée, avec la collaboration de l'auteur, par L. Gérard, docteur ès sciences, professeur au collège Chaptal. Par Dr. Friedrich Schilling, Professor an der Technischen Hochschule zu Danzig. Avec 80 figures dans le texte et 5 planches. Paris, Gauthier-Villars, imprimeur-libraire, 1908. Preis 5 M.

Das Werk von Prof. Schilling: „Über die Anwendungen der darstellenden Geometrie, insbesondere über die Photogrammetrie", welches

im Jahre 1904 bei B. G. Teubner in Leipzig erschienen ist, hat allgemein eine beifällige Aufnahme gefunden und es ist gewiß nur bestens zu begrüßen, daß diese schöne Arbeit, speziell ihr zweiter Teil, der der Photogrammetrie gewidmet ist, von Gerard, Professor am Kollegium Chaptal, ins Französische übersetzt wurde. Die Prof. Schillings Arbeit wird gewiß auch in den Kreisen der Professoren an Universitäten und Lyzeen dankbar quittiert und Prof. Gerard hat sich durch die Übersetzung ein nennenswertes Verdienst erworben.

Prof. Schilling hat es nicht unterlassen, in diesem Werke dem Fortschritte der Wissenschaft Rechnung zu tragen, indem er eine Reihe neuer Literaturangaben macht, die sehr wertvoll sind.

Vom instrumentellen Standpunkte bietet die „Photogrammetrische Kamera" ein Interesse, welche nach Angaben des Prof. Schilling im mathematisch-mechanischen Institute von Günther & Tegetmeyer in Braunschweig ausgeführt wurde. Bei diesem Apparate ist das Objektiv zentrisch angebracht und die Bildweite ist variabel; der Präzisionsmechaniker hat diesen Forderungen sehr gut Rechnung getragen und ein nettes Instrument geschaffen.

Der bekannte Pariser Verlag Gauthier-Villars hat dem Buche eine Ausstattung gegeben, welche dem auch über die Grenzen Frankreichs bekannten Verlag alle Ehre macht. D.

Großbilderkatalog der königl. preußischen Meßbildanstalt 1906, herausgegeben von der Königl. Meßbildanstalt in Berlin, Schinkelplatz 6. Preis 12 Mark.

Die Königl. Meßbildanstalt zu Berlin bezweckt bekanntlich in Unterstützung der staatlichen Denkmalpflege die archivarische Festlegung des gegenwärtigen Zustandes aller bedeutenden Bau- und Kunstdenkmäler Preußens — unter gelegentlicher Übernahme auch außerpreußischer Aufträge — in möglichst erschöpfender Darstellung durch Lichtbilder und maßstäbliche Projektionszeichnungen: Grund- und Aufrisse, sowie Schnitte.

Das Archiv der Anstalt umfaßt nach den letzten Berichten 1300 Aufnahmen von fast 1100 Bauwerken in 231 Orten. Die Aufnahmen wurden von drei Gesichtspunkten aus aufgenommen. Ein Teil dient lediglich den Zwecken der zeichnerischen Auftragung des Bauwerkes, ein zweiter Teil gibt dessen architektonische Einzelheiten und Ausstattungsstücke in größerem Maßstabe wieder, ein dritter endlich soll in erster Linie malerische Schaubilder des Ganzen oder einzelner Teile der Bauwerke bieten und eignet sich, in verschiedenem Maße vergrößert, zum Wandschmucke in Studienanstalten und Wohnräumen. Diese Schaubilder bringen schöne und charakteristische Ansichten kunsthistorisch interessanter Baudenkmäler zur Darstellung, sie sind durch Vergrößerung aus den Originalmeßbildaufnahmen 40 × 40 *cm* in den Dimensionen 68 × 86 *cm* hergestellt und auf Karton von der Größe 79 × 99 *cm* aufgezogen. Solche Großbilder sind etwa 1050 vorhanden.

Der von der Meßbildanstalt herausgegebene Katalog enthält in kleinen Reproduktionen im quadratischen Formate 3·3 × 3·3 *cm* die Abbildungen all jener 1050 Ansichten von Baudenkmälern, welche als Großbilder von der Meßbildanstalt käuflich erworben werden können; weiters ist ein alphabetisches Verzeichnis der Großbilder von Meßbildaufnahmen beigefügt, aus welchen die entsprechenden Nummern bei einer Bestellung entnommen werden können.

Wir finden unter den Reproduktionen, beziehungsweise in dem Großbilderverzeichnisse verschiedene Ansichten der Münster von Aachen, von Freiburg i. B., von Herford, von Straßburg, der Dome von Bamberg, von Brandenburg, von Braunschweig, von Köln, von Fulda, von Halberstadt usw., die Liebfrauenkirche von Bamberg, die Marienkirche in Danzig, Rathäuser von Aachen, von Bamberg, von Braunschweig, von Breslau, Stadttürme, Schlösser usw.

Der berühmte, schon verstorbene Direktor Althoff, Referent in Universitätsangelegenheiten im preußischen Kultusministerium, hat den großen Nutzen der Arbeiten der Meßbildanstalt richtig erkannt. Gegen 200 Stück der [illegible]

und lehrreichsten Baudenkmäler wurden zu einer Kollektion zusammengestellt und den preußischen Universitäten als ein ganz neues Unterrichtsmaterial zugewiesen, wodurch der kunsthistorische Unterricht eine ganz besondere Förderung erfahren hat.

Die Herausgabe des Großbilderkataloges kann aufs wärmste begrüßt werden, bietet er doch jedem Interessenten Gelegenheit, sich bezüglich einer zutreffenden Auswahl informieren zu können.

Einen Wunsch hätten wir, nämlich den, daß die nächste Auflage des Kataloges auch über die Preise der Großbilder einen Vermerk bringen möchte. D.

Internationale Photographische Ausstellung Dresden 1909 in Wort und Bild. Bearbeitet von Redakteur K. Weiß, Dresden. Druck und Verlag von Wilhelm Baensch. Dresden 1909. Preis 4 Mark.

Es ist wohl unbestritten, daß die Internationale Photographische Ausstellung Dresden 1909 eine möglichst vollständige bildliche Inventur der Photographie ins Werk setze, alles in der Ausstellung zusammenfaßte, was mit der Photographie im Zusammenhange steht, und auf diese Weise die größte, interessanteste und gelungenste photographische Ausstellung repräsentierte, die jemals veranstaltet wurde.

Der schöne Katalog dieser Ausstellung, von Redakteur Weiß angelegt und herausgegeben, hat mehr als üblich den erklärenden Text angewendet, um einerseits den Besucher möglichst schnell einzuführen und um anderseits die interessierte Industrie auf neue Fabrikationsmöglichkeiten hinzuweisen. Der Katalog wird nicht, wie man es mit Ausstellungskatalogen zu tun pflegt, in die Makulatur wandern, er enthält eine Fülle lehrreichen Textes, insbesondere bei der Gruppe Wissenschaftliche Photographie, und gewinnt dadurch einen bleibenden Wert.

Nun hat Redakteur Weiß durch das vorliegende Album ein zweites, wohlfeiles Erinnerungswerk der ein Riesengebiet umfassenden Ausstellung geliefert, das zur Zierde jeder Bibliothek dienen kann.

Das mit über 100 Bildern auf 60 Tafeln ausgestattete Album gibt in erster Linie einen vortrefflichen Überblick über das neuzeitliche Schaffen auf dem Gebiete der bildmäßigen Photographie. Daneben sind auch aus dem Gebiete der angewandten Photographie charakteristische Beispiele aufgenommen, die uns zeigen, welche enorme Bedeutung die Photographie für die verschiedenen Wissenschaften erlangt hat. Auch der Industrie ist durch Aufnahme einer Anzahl geschmackvoller Ausstellungsplätze und der Riesenpanoramen des Ehrensaales gedacht.

In systematischer Reihenfolge geordnet, hat man den einzelnen Bildergruppen Einführungstexte vorgesetzt, die im höchsten Maße instruktiv sind. Der Text: „Über die künstlerische Photographie", von Redakteur K. Weiß verfaßt, gleicht einem Essay über diesen Gegenstand. Die Einleitungsworte: „Zur Entwicklung der modernen Bildnisphotographie" von Hugo Erfurth in Dresden, von einem der bedeutendsten Vertreter der Porträtphotographie in Deutschland geschrieben, bildet eine wertvolle kleine Abhandlung.

Auch die Texte: „Die angewandte Photographie" von Karl Weiß, sowie: „Von der Industrie photographischer Bedarfsartikel" von Fritz Hausen in Berlin werden jedem Besitzer dieses Albums von Wert sein.

Auch die Erklärungen, welche die einzelnen Bilder der wissenschaftlichen Photographie begleiten, wird man begrüßen; so sind z. B. die Begleitworte zur „Pendelbewegung eines Geschosses", Meßbildaufnahmen, Ballonaufnahmen usw. kurz und klar.

Das Album ist außerordentlich geschmackvoll, vornehm ausgestattet und ist eine Zierde des Baenschen Verlages; es ist ein Erinnerungswerk für alle jene, welche die Ausstellung besucht haben, es wird aber auch allen Interessenten der Photographie willkommen sein. D.

Rundschau für Stereophotogrammetrie (Schriftleiter S. Truck, beh. autor. Zivilgeometer) erscheint ab 1. März d. J. am Ersten der ungeraden Monate als

Erweiterung der „Zeitschrift der beh. autor. Zivilgeometer in Österreich", die monatlich (vom beh. autor. Zivilgeometer Viktor Edlen v. Thomka redigiert) zur Herausgabe gelangt. Bezugspreis ganzjährig 12 K.

Die Februarnummer der genannten Zeitschrift der beh. autor. Zivilgeometer bringt das nachstehende Programm dieses Fachblattes:

Aufgabe der „Rundschau für Stereophotogrammetrie" wird sein: Pflege und Vervollkommnung der stereophotogrammetrischen Meßmethode in theoretischer, praktischer und instrumenteller Beziehung, dann Erweiterung der Anwendungsgebiete für Zwecke des Geodäten, des Ingenieurs, des Architekten und der Baudenkmalpflege.

Mit Rücksicht darauf, daß unser Leserkreis vornehmlich aus Fachgenossen technischer Richtung besteht, die unmittelbar in praktischer Berufstätigkeit stehen, soll die Theorie innerhalb jener Grenzen gepflegt werden, insoweit derselben unmittelbare Bedeutung in der Praxis zukommt. Abstrakte Theorien, die vielmehr in das Gebiet der angewandten Mathematik fallen, gehören in das Gebiet des theoretischen Forschers und werden, so interessant sie auch sind, in unserer „Rundschau" keinen Raum finden können.

Dagegen wird ein besonderes Augenmerk der eingehenden Besprechung durchgeführter praktischer Arbeiten gewidmet, aus welcher ersichtlich werden soll, in welchem Maße theoretische Grundsätze sich in der Praxis bestätigen, welche Detailkonstruktionen der Instrumente und Apparate behufs rascher und rationeller Durchführung der Arbeiten sich in der Praxis bewähren, welche Maßnahmen bezüglich der Auswahl und Anordnung der Standlinien in besonderen Terrainkonfigurationen zu treffen sind, um richtige Pläne bei einem Mindestaufwand an Zeit, Arbeit und Kosten zu erhalten u. dgl.

In gleicher Ausführlichkeit werden die Methoden der Genauigkeitsuntersuchung durchgeführter stereophotogrammetrischer Terrainaufnahmen zur Sprache kommen, sowie die für sonstige instrumentelle Untersuchungen notwendigen Instruktionsaufnahmen.

Solche Besprechungen scheinen uns von eminentem didaktischen Wert, insbesondere für diejenigen Fachgenossen, die sich der ausübenden Stereophotogrammetrie zuwenden wollen.

In dieser Beziehung bietet sich ein weites Feld der Studien und der Arbeit, da uns reichliches Aufnahmsmaterial in verschiedenstem Gelände zu Gebote steht, welches gegenwärtig bereits 100 km umfaßt und zur systematischen Bearbeitung derlei Untersuchungen sich naturgemäß gut eignet.

Die „Rundschau für Stereophotogrammetrie" soll ferner ihre Leser über alles orientieren, was die Stereomethode und ihre Anwendung betrifft und was Freunde, sowie Förderer der Stereophotogrammetrie suchen, ihnen Anregung geben, nicht beim Wissen allein stehen zu bleiben, sondern zum Genuß des Wissens, d. i. zum Können zu übergehen und sich praktisch zu betätigen, denn im Stereokomparator liegt der Reiz intensiver und fruchtbringender Arbeit, welcher uns für alle Mühseligkeiten der Feldaufnahmen in schwierigem Terrain reichlich entschädigt.

Wir laden daher unsere Freunde und Förderer ein, an unseren Bestrebungen teilzunehmen, denn in der vereinten Arbeit ruht der konkrete Erfolg und diesen strebt die „Rundschau für Stereophotogrammetrie" an.

Zum Schlusse sei noch mitgeteilt, daß vom Verein der beh. autor. Zivilgeometer in Österreich beabsichtigt wird, in den Wintermonaten zeitweise Vorträge über verschiedene Kapitel der Stereophotogrammetrie zu veranstalten, welche allen Freunden der Stereophotogrammetrie zugänglich sein werden.

Der Inhalt der bisher erschienenen drei Nummern enthält die Aufsätze:

Nr. 1. März: „Wie werden Eisenbahnvorarbeiten nach der stereophotogrammetrischen Meßmethode in der Praxis ausgeführt?" von S. Truck.

Nr. 2. Mai: „Vorkehrungen für die rationelle Plattenzufuhr bei stereophotogrammetrischen Terrainaufnahmen für Ingenieurzwecke". Von S. Truck.

Nr. 3. Juli: „Die Stereophotogrammetrie und Tachymetrie" von F. W. aus „Österreichische Vierteljahrsschrift für Forstwesen", Wien 1909.

Alle wahren Freunde der „Photographischen Meßkunst" werden es mit aufrichtiger Freude begrüßen, daß es dem beh. autor. Zivilgeometer S. Truck gelungen ist, ein Organ ins Leben zu rufen, das, im Dienste der Stereophotogrammetrie stehend, sich so schöne Ziele gesteckt hat. Es kann für den Schriftleiter der neuen Zeitschrift gewiß nur ein erhebendes Gefühl von Genugtuung sein, ein Organ zur Verfügung zu haben, das er auf Jahre hinaus mit Artikeln über Stereophotogrammetrie versorgen kann, ist doch damit auch der Gedanke realisiert, den er als Teilnehmer am I. Ferienkurse für Stereophotogrammetrie in Jena, geleitet von Dr. C. Pulfrich, bezüglich einer neuen, praktischen Zielen dienenden Zeitschrift so warm vertreten hat. D.

Bibliographie.

1. Selbständige Werke.

Torroja J. M. Dr.: Applicaciones métricas de la Estereoscopia, Madrid, Establecimento Tipografico J. A. García, 1909.
Weber Josef Dr.: Holzmassenermittlungen am stehenden Stamme auf Grund photographischer Aufnahmen, Inaugural-Dissertation, Gießen 1909.
Dokulil Th. Dr.: Die stereophotogrammetrischen Instrumente der Firma Carl Zeiß in Jena, selbständiger Abdruck aus „Der Mechaniker", Berlin 1909.
Horst von Sanden: Die Bestimmung der Kernpunkte in der Photogrammetrie. Inaugural-Dissertation, Göttingen 1908.
Neubronner J. Dr.: Die Brieftaubenphotographie, Dresden 1909.

2. Journalliteratur.

Scheimpflug Th.: „Die technischen und wirtschaftlichen Chancen einer ausgedehnten Kolonialvermessung" in der „Die Wochen-Rundschau" (Nr. 11), Frankfurt a. M. 1909.
Scheimpflug Th.: „Zur Kolonialvermessung aus der Vogelperspektive" im Wochenblatte „Mainbrücke", Frankfurt a. M. 1909.
Torroja J. M. Dr.: „El Problema de la orientacion de las Vistas en Fototopografia" in „Memoria presentada al Congresso cientifico de Zaragoza" 1908.
Horst von Sanden: „Photogrammetrie von Küstenaufnahmen" in „Zeitschrift für Mathematik und Physik", 58. Band, 1909.
Fourcade H. G.: „On instruments for stereoscopic Surveying" in „Reports of the British Association".
Wenz E.: *a*) „Chambre noire pour Photographie en cerf-volant ou ballon" in „Bulletin de la Société française de Photographie", XXV. Band, 1909.
b) „Niveau à deux directions enregistrant l'inclinaison de l'axe optique et le déversement de la plaque", ebenda 1909.
Tourneau: „Appareil pour le relevé des monuments par la Métrophotographie", ebenda 1909.
Eijkmann P. H. Dr.: „Stereoröntgenographie" in „Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen", XIII. Band, 1909.
Salvisberg Paul v.: „Die Internationale Photographische Ausstellung in Dresden 1909 und ihre Bedeutung für die Wissenschaft" in den „Hochschul-Nachrichten" 1909.
„The Dresden Exhibition", ausführlicher Bericht in „The Britisch Journal of Photography" 1909.
„Photo Surveying and Measurement", ebenda 1909.

Vereinsnachrichten.

Erste Monatsversammlung am 19. November 1909.

Von den auf das Vereinsleben Bezug habenden Mitteilungen, mit welchen der Obmann der Gesellschaft Prof. E. Doležal die Monatsversammlung eröffnete, erregte die Bekanntgabe der Bildung einer deutschen Sektion der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie den lebhaftesten Beifall der Versammlung. Diese Sektion wurde gelegentlich der von Dr C. Pulfrich in Jena abgehaltenen Ferialkurse über Stereophotogrammetrie begründet und bezeugt einerseits das lebhafte Interesse, welches die Photogrammetrie in Deutschland findet und anderseits die Wertschätzung, deren sich die Österreichische Gesellschaft für Photogrammetrie auch außerhalb der Grenzen unseres Vaterlandes erfreut. Gleichzeitig gibt diese in ganz selbständiger Weise erfolgte Gründung ein beredtes Zeugnis von der wachsenden Bedeutung der Photogrammetrie, indem sie das Bedürfnis eines Zusammenschlusses der Interessenten bekundet.

Nach der Vorlage der neuesten Publikationen auf dem Gebiete der Photogrammetrie hielt Prof. E. Doležal den angekündigten Vortrag: „Photographische Meßkunst auf der Internationalen Ausstellung für Photographie Dresden 1909".

Nach einem kurzen Rückblicke auf die Erfindung der Photographie durch Daguerre und die neuesten technischen Errungenschaften der Lichtbildkunst, ging der Vortragende auf die Schilderung der Organisation der Internationalen Ausstellung für Photographie, welche vom 1. Mai bis 1. Oktober 1909 in Dresden stattfand, über, führte einen Situationsplan des Ausstellungskomplexes im Bilde vor und gab eine übersichtliche, nach Ländern geordnete Zusammenstellung der in der Abteilung für Photogrammetrie zur Ausstellung gelangten Arbeiten und Objekte. Die Besprechung der Ausstellungsobjekte, bezüglich welcher unter den Kleineren Mitteilungen dieses Heftes, S. 130, auf die Notiz:

Photogrammetrie auf der Internationalen Photographischen Ausstellung Dresden 1909

verwiesen sei, gestaltete sich um so interessanter, als die meisten der in Dresden ausgestellten Objekte auch der Versammlung im Originale vorlagen und so das Auditorium Gelegenheit hatte, die hervorragenden Leistungen und Arbeiten namhafter Forscher auf dem Gebiete der Photogrammetrie in geordneter Weise zu überblicken und ein Urteil über die vielseitigen Anwendungsgebiete der photographischen Meßkunst und die damit erzielten bedeutenden Erfolge zu gewinnen. Der Vortrag illustrierte in vortrefflicher Weise die bisherige Verwendung der Photogrammetrie in der Praxis und bildete zugleich eine vergleichende Studie über die bisherige praktische Verwertung dieser Aufnahmemethode in den einzelnen Ländern.

Zweite Monatsversammlung am 11. Februar 1910.

Der erste Punkt der Tagesordnung umfaßte die Mitteilungen des Obmannes der Gesellschaft. Hierbei wurde der Versammlung die traurige Mitteilung von dem Ableben zweier ihrer Mitglieder, des Herrn Oberleutnants Edgar Andés und des Herrn Ingenieurs im k. k. Ministerium für öffentliche Arbeiten, Baron Heinrich Gotter-Resti Ferrari, gemacht. Beide Herren gehörten der Gesellschaft seit ihrer Gründung an und Ingenieur Baron Gotter war seit Februar 1909 auch im Ausschusse tätig. Die Gesellschaft betrauert in den Verstorbenen zwei Fachkollegen, die sich in ihren Bekanntenkreisen der größten Wertschätzung und Beliebtheit erfreuten und an den Bestrebungen der Gesellschaft stets den regsten Anteil nahmen.

Nach der Vorlage einiger neuer Publikationen aus dem Gebiete der Photogrammetrie lud Obmann Prof. E. Doležal Herrn Dr. C. Pulfrich, wissenschaftlichen Mitarbeiter des Carl Zeißwerkes in Jena, zu seinem in so freundlicher Weise angekündigten Vortrag: „Über neue Apparate und Hilfseinrichtungen für stereophotogrammetrische Aufnahmen" ein.

Der Herr Vortragende, welcher von der Versammlung auf das lebhafteste begrüßt wurde, gab zunächst einen Überblick über die Entwicklung und Ausgestaltung der stereophotogrammetrischen Instrumente der Firma C. Zeiß in Jena. Da Dr. Pulfrich als der Begründer der Stereophotogrammetrie in seinem Vortrage eine Reihe persönlicher Erinnerungen an die Entstehung der ersten stereophotogrammetrischen Instrumente bringen konnte und er Manches aus dem reichen Schatze seiner Erfahrungen mitteilte, waren seine diesbezüglichen Ausführungen ganz besonders fesselnd und hoch interessant. An der Hand einer großen Zahl von Projektionsbildern führte er die verschiedensten Typen der bis jetzt konstruierten Stereo-Phototheodolite und Stereokomparatoren in der Reihenfolge ihrer Entstehung vor, gab bei jedem Instrumente den besonderen Zweck an, mit dessen [illegible]

sichtigung er konstruiert wurde, und wies insbesondere auf die ihm eigentümlichen Konstruktionsdetails hin.

Im zweiten Teile seines Vortrages besprach Dr. Pulfrich einige neuere Instrumente für stereophotogrammetrische Aufnahmen. Es waren dies ein kleines Universalinstrument für Forschungsreisende, welches auch für stereophotogrammetrische Aufnahmen eingerichtet ist, ein Stereophototheodolit, welcher nach dem Wunsche des General Hübl und den Erfahrungen des Oberleutnants v. Orel für das k. und k. Militärgeographische Institut in Wien gebaut wurde und welcher die Herstellung von Panoramaaufnahmen ermöglicht und eine Neukonstruktion der horizontalen Latte für die Distanzmessung, bei welcher eine Erhöhung der Einstellungsgenauigkeit angestrebt wurde. Neben diesen Instrumenten, welche auch im Originale zur Demonstration gelangten, hob Dr. Pulfrich den Stereo-Autograph, welcher nach den Angaben des Herrn Oberleutnants v. Orel in dem Zeißwerke konstruiert wurde, als ganz besonders praktischen Hilfsapparat für die Rekonstruktion stereophotogrammetrischer Aufnahmen hervor. Bezüglich der Details der Einrichtungen dieses Instrumentes verwies der Herr Vortragende auf einen späteren Zeitpunkt.

Mit einer Zusammenstellung der Vorteile, welche die Stereophotogrammetrie gegenüber der sogenannten Meßtischphotogrammetrie besitzt, schloß der Herr Vortragende seine Ausführungen, für welche ihm die Versammlung den lebhaftesten Beifall spendete.

Der Obmann der Gesellschaft Prof Doležal dankte Herrn Dr. Pulfrich namens der Gesellschaft mit warmen Worten für seinen interessanten und anregenden Vortrag, sowie für die Bereitwilligkeit, mit welcher er, der Einladung der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie folgend, die weite und anstrengende Reise nach Wien unternommen hatte, um im Kreise der Gesellschaft über die unter seiner Leitung und nach seinen Angaben konstruierten Instrumente zu sprechen.

Dritte Monatsversammlung am 18. März 1910.

Nachdem der Obmann der Gesellschaft Prof. Doležal einige geschäftliche Mitteilungen zur Kenntnis der Vereinsmitglieder gebracht und die neuesten Publikationen über Photogrammetrie und verwandte Gebiete vorgelegt und kurz besprochen hatte, lud er Herrn Georg Otto, den Wiener Vertreter des Carl Zeißwerkes zu Jena ein, den angekündigten Vortrag: „Das Carl Zeißwerk in Jena" zu halten.

Der Herr Vortragende leitete seine ungemein interessanten Ausführungen durch kurze Biographien der Gründer des Carl Zeißwerkes, des Mechanikers Carl Zeiß und des Prof. Dr. Abbe, ein, ging dann auf die Gründe über, welche die genannten Gründer veranlaßten, ihr Lebenswerk, welches sie von den bescheidensten Anfängen durch unermüdliche und rastlose Arbeit und durch fortwährende Verbindung von wissenschaftlicher Forschung und praktischer Werkstattarbeit in einer Weise ausgestalteten, welche geradezu als bewunderungswürdig zu bezeichnen ist, so zu organisieren, daß es nach ihrem Tode unbedingt in dem von ihnen beabsichtigten Sinne fortgeführt werden müsse, und erläutert dann die wichtigsten Grundsätze dieser Organisation an der Hand des von Dr. Abbe geschaffenen Statutes, welches in der ganzen Welt volle Anerkennung und Bewunderung gefunden hat und noch findet. Weiters besprach der Herr Vortragende die zahlreichen Wohlfahrtseinrichtungen und volkswirtschaftlichen Institutionen, welche vom Carl Zeißwerke in Jena geschaffen wurden und durch die sich die Gründer des Zeißwerkes unvergängliche Verdienste um ihre Mitbürger erwarben. Den Schluß des Vortrages bildete ein Rundgang durch die Werkstätten des Carl Zeißwerkes, wobei an einer großen Reihe von Lichtbildern die mustergiltigen Einrichtungen des Institutes vorgeführt wurden. Auch die übrigen Teile des Vortrages wurden durch mustergiltig ausgeführte Lichtbilder unterstützt, welche die Porträts der Gründer, die Werkstätte des Zeißwerkes in der ersten Zeit ihres Bestandes, die Entwicklung des Institutes an der Hand von Graphikons, die komplizierte Konstruktion der von Abbe geschaffenen Mikroskopobjektive und das mit dem Carl Zeißwerke in inniger Verbindung stehende Glashüttenwerk Schott zeigten. Das Auditorium spendete dem Herrn Vortragenden für seine interessanten und lehrreichen Ausführungen, in denen er in verhältnismäßig kurzer Zeit den Zuhörern einen klaren Einblick in die Entstehung und das Getriebe eines der größten optischen und feinmechanischen Institute verschaffte, reichen Beifall.

Ordentliche, außerordentliche und konstituierende Versammlung.

Jahresbericht erstattet vom Obmanne in der ordentlichen Jahresversammlung am 24. Februar 1910.

Zum dritten Male habe ich die Ehre, als Obmann der „Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie" den Jahresbericht zur Kenntnis der verehrten Versammlung zu bringen.

Dem Zwecke des Vereines dienten wie im Vorjahre in erster Linie

1. die Monatsversammlungen mit ihren fachmännischen Vorträgen und den anschließenden Diskussionen, sowie
2. die Publikation der Gesellschaft: „Das Internationale Archiv für Photogrammetrie"

Was die Monatsversammlungen betrifft, so bilden sie den Konzentrationspunkt des Lebens der Gesellschaft und erfreuen sich stets eines vorzüglichen Besuches.

Es fanden folgende Vorträge statt:

Prof. E. Doležal: „Die Meßbildanstalt in Berlin und ihre Arbeiten" mit einer Ausstellung von Arbeiten dieses Institutes am 12. März 1909.

Hauptmann Th. Scheimpflug: „Über die Orientierung von Ballonaufnahmen mit einer vorläufigen Mitteilung über ein neues ökonomisches Rechenverfahren bei Ausgleichungen" am 15. April 1909.

Prof. E. Doležal: „Photographische Meßkunst auf der Internationalen Ausstellung für Photographie in Dresden 1909" mit einer größeren Ausstellung von photogrammetrischen Arbeiten am 19. November 1909.

Dr. C. Pulfrich: „Über neue Apparate und Hilfseinrichtungen für stereophotogrammetrische Aufnahmen" am 11. Februar 1909.

Bei den Monatsversammlungen wurden vom Obmanne Publikationen photogrammetrischen Inhaltes, selbständige Werke und Journalartikel vorgelegt und über den Inhalt kurze Referate erstattet; dadurch ist die Möglichkeit geboten, daß die Besucher der Monatsversammlungen über alle Erscheinungen auf dem Gebiete der photogrammetrischen Meßkunst vollständig orientiert werden.

Mehrere Mitglieder der Gesellschaft haben den Vereinszweck dadurch gefördert, daß sie fachwissenschaftliche Vorträge in anderen wissenschaftlichen Vereinen gehalten haben; wir führen an:

Dr. Th. Dokulil: „Die Photogrammetrie im Dienste der Kunsthistorik" in der „Wiener Bauhütte" am 10. Mai 1909.

Hauptmann S. Truck: „Die Stereophotogrammetrie in der Architektur und in der bildenden Kunst" in derselben Vereinigung am 14. März 1909.

Hauptmann Th. Scheimpflug: „Über die Verwendung der Ballonphotographie zur Kolonialvermessung" gelegentlich der Luftschiffahrtsausstellung in Frankfurt a. M. am 14. August 1909.

Prof. E. Doležal: „Über Photogrammetrie und ihre Anwendungen" auf dem „Ersten Internationalen Kongresse für angewandte Photographie Dresden 1909" am 15. Juli 1909.

Prof. E. Doležal: „Über Ballonphotographie und ihre Anwendung" im „Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien" am 12. Jänner 1910.

Das Vereinsorgan: „Das Internationale Archiv für Photogrammetrie" hat im dritten Jahre unserer Tätigkeit mit dem 1. Hefte des II. Bandes im Juli 1909 eingesetzt. Differenzen, die zwischen dem Verleger und der Vereinsleitung entstanden sind, bilden die Veranlassung, daß die weiteren Hefte des II. Bandes noch nicht erschienen sind; Material ist wohl vorhanden. Es besteht berechtigte Hoffnung, daß der Konflikt mit dem Verleger beseitigt wird und die Fortsetzung der Herausgabe in Bälde erfolgt.

Die Gesellschaft erhielt von mehreren Ministerien Subventionen, und zwar:

vom hohen k. k. Reichskriegsministerium	400 K
von der Marinesektion des hohen k. k. Reichskriegsministeriums	200 „
vom hohen Handelsministerium	400 „
vom hohen Ministerium für Kultus und Unterricht	400 „
vom hohen Ministerium für öffentliche Arbeiten	400 „
vom hohen Ackerbauministerium	300 „

Ich benutze diese Gelegenheit, um den hohen Zentralstellen für die Förderung unserer Bestrebungen den besten Dank zu sagen.

Die Einladung, welche das Komitee zur Errichtung eines Laussedat-Denkmales (siehe kleinere Mitteilungen Seite 199) an die Gesellschaft gerichtet hat, fand durch den Vereinsausschuß eine beifällige Aufnahme und wurde der Betrag von 200 Francs dem genannten Zwecke zugeführt.

Die Kassarechnungen und die Bestände wurden von den Revisoren geprüft; die nachstehende Zusammenstellung gibt über die Geldgebarung unseres Vereines im dritten Jahre seiner Tätigkeit den nötigen Aufschluß.

Kassabericht pro 1909.

Soll	K	Haben	K
Barbestand	457.32	Drucksachen	41.50
Subventionen	1.697.48	Manipulationen	145.41
Zinsen	43.27	Beitrag zum Archive	1.200.00
Mitgliedsbeiträge	668.35	Beitrag zum Laussedat-Denkmal	191.—
Vorausbezahlte Beiträge	36.—	Vorgetragene Beiträge	162.—
Rückstände	162.	Barbestand	1324.51
	3064.42		3064.42

Obmann:	Revisoren:	Schriftführer:
E. Doležal m. p.	R. A. Goldmann m. p.	G. Otto m. p.
	A. Rost m. p.	

Nach Entgegennahme des Berichtes wurde der Vereinsleitung der Dank ausgesprochen.

Außerordentliche Versammlung der „Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie" und die konstituierenden Versammlungen der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie", sowie der „Sektion Österreich der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" am 4. Juli 1910.

Der Obmann der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie, Prof. E. Doležal, eröffnete um 7 Uhr abends die nach den diesbezüglichen Bestimmungen der Statuten einberufene außerordentliche Versammlung mit der Begrüßung der erschienenen Mitglieder der Gesellschaft und ging dann auf die Tagesordnung der Versammlung, als welche die Beschlußfassung über die Auflösung der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie angesetzt war, über. Er führte zunächst aus, daß infolge der regen Anteilnahme von Angehörigen fremder Staaten an den Bestrebungen der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie im Ausschusse der Gesellschaft die Gründung einer Internationalen Gesellschaft mit Sektionen in den einzelnen Staaten angeregt wurde, daß der Ausschuß diese Anregung eingehend erörterte und ein eigenes Komitee einsetzte, welches der Frage näher treten und die Grundlagen für diese Internationale Gesellschaft, namentlich die diesbezüglichen Statutenentwürfe schaffen sollte. Nachdem nun diese von dem Komitee entworfenen Satzungen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und der Sektion Österreich dieser Gesellschaft von dem Plenum der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie in der ordentlichen Jahresversammlung vom 24. Februar 1910 im Prinzipe angenommen wurden und inzwischen auch die Genehmigung des hohen k. k. Ministerium des Innern, beziehungsweise der hohen k. k. n.-ö. Statthalterei erhielten, stelle der Ausschuß der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie den Antrag auf Auflösung der Gesellschaft und Zuweisung des Gesellschaftsvermögens an die zu gründende Sektion Österreich der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie. Bei der hierauf von dem Vorsitzenden eingeleiteten Abstimmung wurden beide Anträge einstimmig angenommen. Auf Grund dieses Abstimmungsergebnisses erklärte der Vorsitzende die Österreichische Gesellschaft für Photogrammetrie als aufgelöst, womit die außerordentliche Versammlung geschlossen wurde.

Anschließend an die Versammlung fand die konstituierende Versammlung der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und ihrer Sektion Österreich statt. Die von Prof. E. Doležal namens des letzten Ausschusses der aufgelösten Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie proponierte Gründung einer Internationalen Gesellschaft, sowie einer Sektion „Österreich" dieser Gesellschaft auf Grund der vorliegenden, von den bezüglichen Behörden genehmigten Statuten wurde von den versammelten Interessenten mit dem lebhaftesten Beifalle begrüßt und bei der folgenden Abstimmung zum einstimmigen Beschlusse erhoben. Auch die auswärtigen, namentlich in Deutschland befindlichen Mitglieder der ehemaligen Österreichischen Gesellschaft und andere Persönlichkeiten des Auslandes hatten nach den Mitteilungen Prof. Doležals schon früher auf schriftlichem Wege ihren Beitritt zur Internationalen Gesellschaft angemeldet, so daß voraussichtlich eine die meisten Staaten Europas umfassende Verbreitung dieser Internationalen Gesellschaft zu gewärtigen ist.

Als nächster Punkt folgten die Wahlen der Funktionäre und Mitglieder des Ausschusses der neugegründeten Sektion „Österreich" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, welcher Ausschuß nach den Satzungen bis zum ersten Kongresse der Internationalen Gesellschaft gleichzeitig als Vertretung und Leitung dieser Gesellschaft tätig zu sein hat. Der von dem letzten Ausschusse der Österreichischen Gesellschaft diesbezüglich gemachte Wahlvorschlag wurde en bloc einstimmig angenommen. Die Vereinsleitung der Sektion Österreich, die gleichzeitig der Hauptausschuß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie ist, hat nach diesem angenommenen Vorschlage die folgende Zusammensetzung:

I. Vorstandsmitglieder:

Obmann:

E. Doležal, o. ö. Professor der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

Obmann-Stellvertreter:

F. Schiffner, k. k. Regierungsrat, k. k. Realschuldirektor in Wien.
F. Wang, k. k. Ministerialrat im k. k. Ackerbauministerium, Honorardozent der k. k. Hochschule für Bodenkultur.

Schriftführer:

Dr. Th. Dokulil, Privatdozent und Adjunkt der k. k. Technischen Hochschule in Wien.
E. Ritter von Orel, k. u. k. Oberleutnant, zugeteilt dem k. u. k. Militargeographischen Institute in Wien.

Kassenführer:

F. Neuffer, k. u. k. Linienschiffsleutnant a. D.

2. Ausschußmitglieder:

L. Andres, k. u. k. Hauptmann im Armeestande, Leiter der geodätischen Gruppe des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien.
R. Dammer, Architekt, Obmann Stellvertreter der „Wiener Bauhütte".
Fr. Hafferl, Ingenieur, Gesellschafter der Bauunternehmung Stern & Hafferl in Wien.
J. Khu, k. u. k. Major des Eisenbahn- und Telegraphenregimentes, zugeteilt dem k. u. k. Reichskriegsministerium.
G. Otto, Vertreter der Firma Karl Zeiß in Jena.
Fr. Pichler, technischer Vorstand im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.
Th. Scheimpflug, k. u. k. Hauptmann a. D.
Th. Tapla, k. u. k. Hauptmann a. D., o. ö. Professor der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.
S. Wellisch, Bauinspektor der Stadt Wien.

3. Schiedsgericht:

Dr. K. Kostersitz, Oberlandesrat.
J. Pachnik, Oberbaurat der k. k. Direktion für den Bau der Wasserstraßen.
Dr. A. Schlein, k. k. Adjunkt der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien.

Ersatzmänner:

E. Engel, k. k. Evidenzhaltungsoberinspektor, Leiter des Triangulierungs- und Kalkülbureau, Honorardozent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur.
J. Putz, k. u. k. Hauptmann des Eisenbahn- und Telegraphenregimentes.

4. Revisoren:

R. A. Goldmann, Fabrikant photographischer Apparate in Wien.
A. Rost, von Firma Rudolf & August Rost, math.-mech. Institut in Wien.

In dem noch folgenden Punkte „Allfälliges" sprach Oberleutnant E. v. Orel dem letzten Ausschusse der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie und insbesondere seinem Obmanne, Prof. E. Doležal, den Dank aller Mitglieder für die Bemühungen um die Gründung einer Internationalen Gesellschaft aus, worauf die konstituierende Versammlung von dem Obmanne mit dem Wunsche geschlossen wurde, daß die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie alle Freunde dieser jungen Wissenschaft vereinen und damit zu ihrer Entwicklung und Verbreitung nach Möglichkeit beitragen möge.

Bibliothek der Gesellschaft.

Dokulil Dr. Th.: „Die stereophotogrammetrischen Instrumente der Firma Karl Zeiß in Jena", Separatabdruck aus der Fachzeitschrift „Der Mechaniker", Berlin 1909.
Klingatsch A., dipl. Ing.: „Zur Prüfung des Phototheodolites" in „Zeitschrift für Vermessungswesen", 1899.
Klingatsch A., dipl. Ing.: „Zur photographischen Ortsbestimmung" in Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. CXVIII, 1909.
Klingatsch A., dipl. Ing.: „Ein Zweihöhenproblem in der Photogrammetrie", ebenda 1909.
Paganini P.: Fotogrammetria, Fototopografia pratica in Italia et Aplicazione della Fotogrammetria all'Idrografia. Manuali Hoepli, Milano 1901.

Schluß der Redaktion am 31. Juli 1910.

INTERNATIONALES
ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

Redaktion: Prof. E. DOLEŽAL in Wien.

II. Jahrgang | Mai 1911. | Heft 3.

Das Stereo-Mikrometer, ein Apparat zur Demonstration der Wirkungsweise des Stereo-Komparators.

Von Dr. C. Pulfrich, Jena.

Das in Fig. 1 abgebildete Instrumentchen besitzt in Verbindung mit einem Stereoskop und einem Stereoskopbild (siehe Fig. 2) alle Einrichtungen,

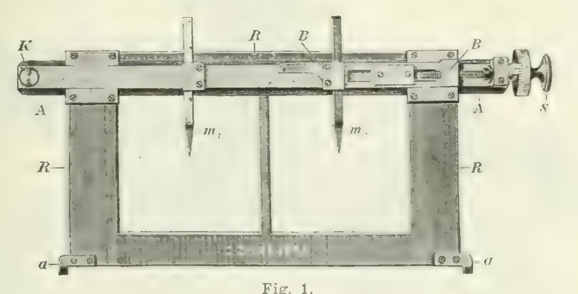


Fig. 1.
Das Stereo-Mikrometer. (1/2 nat. Größe.)

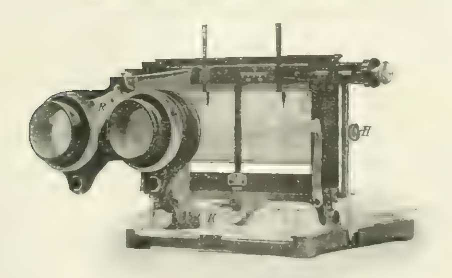


Fig. 2
Versuchsanordnung: Über das auf dem Tisch des Stereoskops liegende Stereoskopbild (Diapositiv) wird das Stereo-Mikrometer gelegt und mit Hilfe von Federn festgehalten.

um an ihm die Grundlehren der Stereo-Photogrammetrie und die Wirkungsweise des Stereo-Komparators zu studieren. Für das Arbeiten mit dem Stereo-

Komparator ist daher die Beschäftigung mit dem Stereo-Mikrometer zugleich eine gute Vorübung. Daß die Genauigkeit der Messung hinter der des Stereo-Komparators zurückbleibt, ist hierbei nebensächlich.

Die Einrichtungen des Stereo-Mikrometers sind im Prinzip die gleichen wie am Stereo-Komparator. Beim Stereo-Komparator (siehe Fig. 3) ist das Plattenpaar P_1 und P_2 in horizontaler Richtung mittels H verschiebbar. Dieser Verschiebung entspricht beim Stereo-Mikrometer die Verschiebung des Schlittens A, auf dem die beiden Marken m_1 und m_2 angebracht sind (Anfassen an dem Knopf K), und es entspricht dem x_1-Maßstabe am Stereo-Komparator der links oben sichtbare Maßstab am Stereo-Mikrometer.

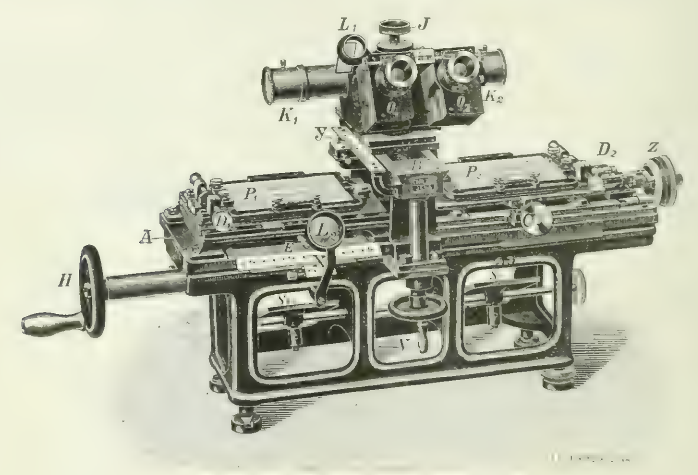


Fig. 3.

Stereo-Komparator, Modell D. (1/5 nat. Größe.)

Beim Stereo-Komparator geschieht die Messung von y_1 durch Verschiebung des Mikroskopes mittels V in Fig. 3 und durch Ablesen des y-Maßstabes. Beim Stereo-Mikrometer ist zu diesem Zwecke der Zeiger m_1 mit einer Millimeterteilung versehen und in der Höhe zum Verstellen eingerichtet. Das Ausgleichen von Höhendifferenzen zwischen Zeiger und Bildpunkt links und rechts wird durch Verstellen des rechten Zeigers m_2 in der Höhe vorgenommen, entsprechend der Verstellung der rechten Platte mittels der Schraube C beim Stereo-Komparator.

Um die Parallaxe zu messen, ist beim Stereo-Komparator die rechte Platte, beim Stereo-Mikrometer die rechte Marke mit Hilfe einer Mikrometerschraube (Z in Fig. 3, beziehungsweise S in Fig. 1) zum Verschieben eingerichtet, und der verfeinerten Ablesung der Parallaxe am Stereo-Kom-

parator entspricht die Ablesung an der Meßschraube S: eine Umdrehung der Schraube verändert den Abstand der Marken m_1 und m_2 voneinander um 0·5 *mm*, ein Intervall der Trommelteilung um 0·01 *mm*.

Selbstverständlich kann die Messung von x_1 und y_1 auch mit einem Zirkel oder mit einem Glasmaßstab vorgenommen werden.

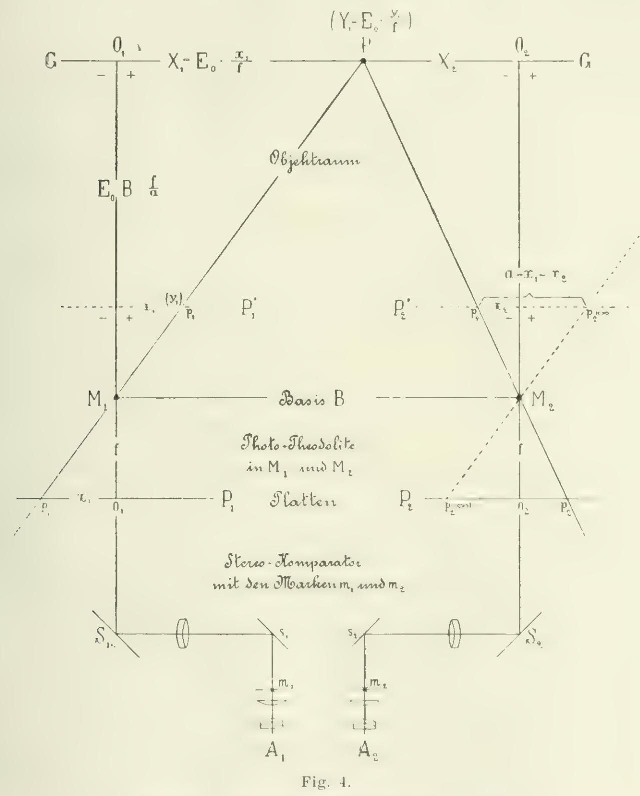


Fig. 4.

Theorie einer stereo-photogrammetrischen Aufnahme.

Die Theorie einer stereo-photogrammetrischen Aufnahme ist aus Fig. 4 zu ersehen. Die Platten liegen bei der Aufnahme von M_1 und M_2 aus in einer vertikalen Ebene. Die angegebenen Formeln zeigen die Art der Berechnung der Lage eines Punktes P im Objektraum aus den gemessenen Bildpunktkoordinaten x_1 und y_1 der linken Platte und der sogenannten Parallaxe $a = x_1 - x_2$. Für alle Punkte, welche der durch P senkrecht zu $M_1 O_1$ gelegten Vertikalebene GG angehören, ist die Parallaxe a die gleiche

wie für den Punkt P. In der in Fig. 4 gegebenen schematischen Darstellung wird die Bildumkehrung bei der Aufnahme durch die Bildumkehrung in den beiden Mikroskopen des Stereo-Komparators wieder aufgehoben. In Wirklichkeit geben die beiden Mikroskope aufrechte Bilder, und die beiden Platten P_1 und P_2 werden in der aus P_1 und P_2 ersichtlichen Orientierung auf den Stereo-Komparator gelegt.

Fig. 5 läßt erkennen, wie sich bei der in Fig. 2 gewählten Versuchsanordnung die seitliche Verschiebung der Marke m_2 in das Wandern des Raumbildes M auf das linke Auge (A_1) des Beobachters zu oder von ihm ab umwandelt. Die in Fig. 5 angegebene Formel für E_0 ist aber nicht zu verwechseln mit der Formel für E_0 in Fig. 4. Die Formel in Fig. 5 gibt an, in welcher scheinbaren Entfernung das Raumbild im Stereoskop gesehen wird, und gilt auch nur für den Fall, daß der Augenabstand des Beobachters gleich ist dem Abstande der Fernpunkte im Stereoskopbilde. Die Formel für E_0 in Fig. 4 dagegen gibt uns die wahre Entfernung des Gegenstandes im Objektraum an. Daher kommen bei der Ausmessung des Stereoskopbildes mit dem Stereo-Mikrometer auch nicht der Augenabstand des Beobachters, sondern die Standlinie bei der Aufnahme und nicht die Brennweite der Stereoskop-Okulare, sondern die Brennweite des photographischen Objektivs in Anrechnung. Ist das Stereoskopbild durch Verkleinerung der Originalaufnahmen hergestellt, so tritt die entsprechend verkürzte Brennweite in die Rechnung ein.

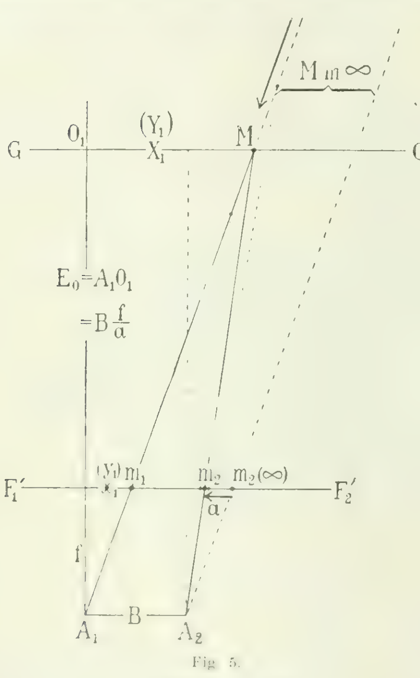


Fig. 5.
Das Wandern der Marke.

Soll die Ausmessung eines Stereoskopbildes mit dem Stereo-Mikrometer nur einigermaßen richtige Resultate ergeben, so müssen, ganz abgesehen von den Bedingungen, unter denen die Aufnahme zu erfolgen hat, die Bilder zueinander wenigstens angenähert richtig justiert sein. Auf den Abstand der beiden Bilder voneinander kommt es nicht an, wohl aber darauf, daß in dem einen Bilde die Vertikallinien genau parallel gerichtet sind zu

den Vertikallinien des anderen Bildes. Auch muß die Lage der optischen Achse im linken und im rechten Bilde, O_1 und O_2, bekannt sein. Man zieht, um das Stereoskopbild für die Ausmessung mit dem Stereo-Mikrometer vorzubereiten, durch O_1 ein Strichkreuz (V_1 H_1 in Fig. 6) und durch O_2 einen Strich (V_2), der zu V_1 im linken Bilde genau parallel gerichtet ist. Der Abstand $B = V_1 V_2$ ist dann gleich dem Abstand der Bildpunkte eines unendlich fernen Gegenstandes.

Unter den wissenschaftlichen Stereoskopbildern der Firma Carl Zeiss, Jena — man verlange Meß 174 — ist das Bild Nr. 11, „Die Kernberge bei Jena", für die Messungen mit dem Stereo-Mikrometer besonders geeignet und ohne weiteres vorgerichtet. Insonderheit sind an ihm alle Voraussetzungen einer angenähert richtigen Justierung der beiden Bilder zueinander erfüllt. Die beiden von der Aufnahme herrührenden Vertikalstriche sind vorhanden, und die Verbindungslinie der links und rechts im Anlegerahmen angebrachten Schneiden (unterer Rand) bildet die durch O_1 gehende Horizontale. Die Bilder sind aufgenommen mit einer Standlinie von genau 100 *m*, die durch Verkleinerung der Bilder entstandene modifizierte Brennweite ist 244.7/3.508 = 69·75 *mm*. Das Ergebnis der Ausmessung der Originalplatten auf dem Stereo-Komparator ist in meinem Aufsatze in der Zeitschrift für Instrumentenkunde, Band 33, 1903, S. 317 bis 334 „Über einen Versuch zur praktischen Erprobung der Stereo-Photogrammetrie für die Zwecke der Topographie" niedergelegt. Der im Maßstabe 1 : 10.000 erhaltene Plan ist in Fig. 8 verkleinert wiedergegeben. Die weiter unten angegebenen Messungen mit dem Stereo-Mikrometer sind von einem Bureaugehilfen ausgeführt.

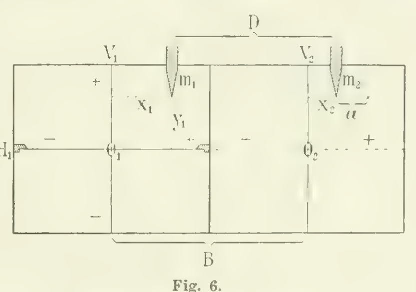


Fig. 6.
Parallaxe $a = x_1 - x_2 = B - D$.

Die Ausmessung des Stereoskopbildes mit dem Stereo-Mikrometer ist im Prinzip die gleiche wie die Ausmessung der Platten auf dem Stereo-Komparator. In beiden Apparaten schaut man zuerst in das linke Okular und stellt die Marke m_1 so ein, daß die Spitze mit ihrem unteren Ende sich unmittelbar über oder neben dem zu messenden Punkt des linken Bildes befindet. Dann schaut man in das rechte Okular und bringt die Marke m_2 in vertikaler und horizontaler Richtung in die gleiche relative Lage zu demselben Punkt im rechten Bilde wie es links der Fall ist.

Erst wenn so alles für die stereoskopische Betrachtung vorgerichtet ist, schaut man mit beiden Augen in das Stereoskop und sieht jetzt die Marke als einen Bestandteil des Stereoskopbildes über oder neben dem betreffenden Punkt frei in der Luft schweben. Die Vollkommenheit des stereoskopischen Effektes hängt in erster Linie von der übereinstimmenden

Höhenlage der beiderseitigen Marken zu den identischen Bildpunkten ab. Ob die Marke in der gleichen Entfernung mit dem Punkt gesehen wird, ist Sache der Einstellung der Mikrometerschraube *S* während der Betrachtung.

Anfänger im Gebrauch des Stereo-Mikrometers und des Stereo-Komparators fallen bei der Einstellung der wandernden Marke auf die gleiche

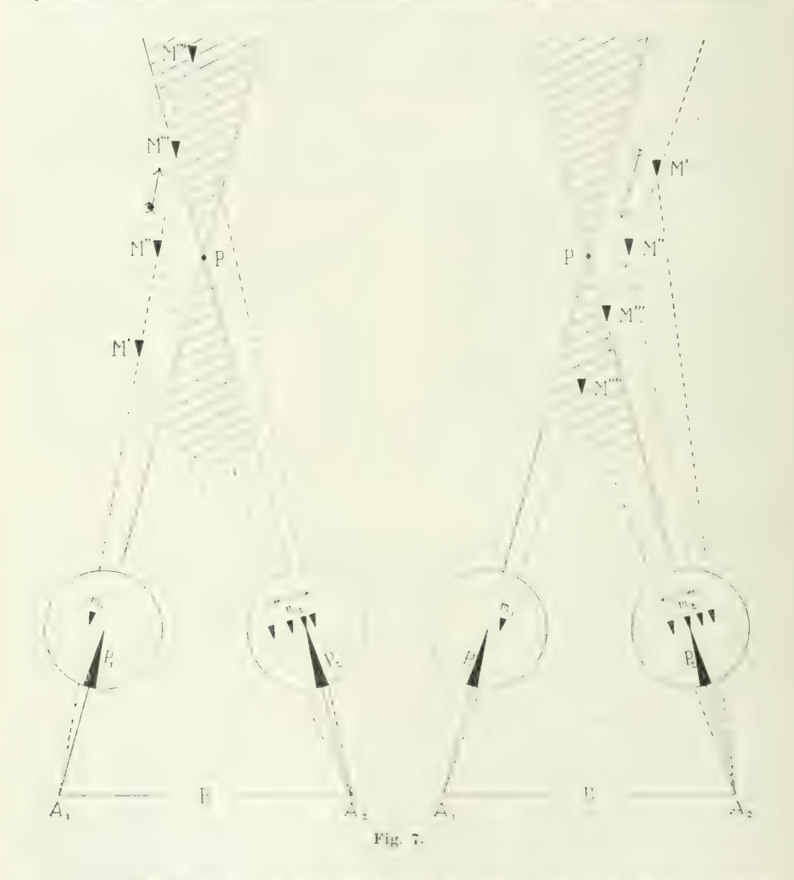


Fig. 7.

Entfernung mit dem Punkt *P* leicht in den Fehler, daß sie die Mikrometerschraube, mit der die Marke m_2 beim Stereo-Mikrometer, beziehungsweise die rechte Platte beim Stereo-Komparator verschoben wird, viel zu schnell hin- und herdrehen und dann das Wandern des Raumbildes (*M* in den Fig. 5 und 7) in der Richtung der Visierlinie des linken Auges nicht sehen oder statt des erwarteten stereoskopischen Effektes Doppelbilder

bekommen. Über diese Art Störung habe ich in einer im Verlag von Gustav Fischer in Jena erschienenen Schrift „Stereoskopisches Sehen und Messen" nähere Angaben gemacht. Es möge hier die Bemerkung genügen, daß die vorgenannten Doppelbilder immer nur dann auftreten, wenn in dem einen Okular die Marke links von P und in dem anderen rechts von P steht, und daß man daher, um einen guten stereoskopischen Effekt zu erzielen, immer darauf zu achten hat, daß in beiden Okularen die Marke sich auf einer und derselben Seite des zu messenden Punktes befindet. Die Störung durch Doppelbilder beginnt immer an der Stelle (bei M''' in Fig. 7), wo das Raumbild eintritt in das in Fig. 7 schraffiert gezeichnete Feld zwischen den beiden Richtlinien $A_1 P$ und $A_2 P$ und liegt für m_1 links von P **hinter** und für m_1 rechts von P **vor** dem Punkt P. Es empfiehlt sich daher, bei der Messung der Parallaxe mit der Marke m_1 im linken Okular zu Anfang nicht allzu nahe an den zu messenden Punkt heranzugehen, und die Messung von x_1 und y_1, die eine Koinzidenzeinstellung von m_1 und P_1 nötig macht, unabhängig von der Parallaxenmessung vorzunehmen. Später, wenn man schon einige Übung erlangt hat, bringt man die Marke m_1 immer dicht an das Objekt heran, und bei dem mit dem Stereo-Komparator verbundenen Stereo-Autographen des Herrn von Orel muß man das sogar tun, wenn man richtige Höhenkurven erhalten will. Aber auch dann muß man ebenso wie beim Stereo-Mikrometer jede auch nur teilweise Überdeckung des Bildpunktes durch die Meßmarke tunlichst vermeiden, weil hierdurch leicht Vorstellungen in bezug auf die Tiefenfolge von Objekt und Marke entstehen, die mit unserem Messungsverfahren nichts zu tun haben und nicht immer mit der wahren Tiefenfolge von Objekt und Bild übereinstimmen.

Bei dem Stereo-Mikrometer ist noch besondere Sorgfalt darauf zu verwenden, daß man bei der Messung der Parallaxe a zwischen der Einstellung der wandernden Marke auf den zu messenden Punkt und der Einstellung der Marke auf den Vertikalstrich die Zeiger m_1 und m_2 selbst nicht berührt, weil sonst infolge der primitiven Schlittenführungen der beiden Zeiger Fehler entstehen, die viel größer sind als 0·02 *mm*. Man stellt daher zuerst auf den zu messenden Punkt ein und dann erst auf den Strich.

Eine weitere Fehlerquelle liegt in dem Umstand, daß die Marken nicht genau mit der Bildfeldebene zusammenfallen. Hat ein Beobachter die Marke auf einen Punkt oder den Strich eingestellt, so sieht ein anderer Beobachter mit einem etwas anderen Augenabstand einen Tiefenunterschied, der aber, da er für Strich und Bildpunkt nahezu gleich ist, auf die Messung der Parallaxe nur einen geringfügigen Einfluß ausübt.

Die beiden letztgenannten Fehlerquellen bestehen selbstverständlich nur beim Stereo-Mikrometer. Beim Stereo-Komparator sind sie vollkommen ausgeschaltet.

Für die in dem Plane (Fig. 8) mit *a*, *b*, *e*, *g*, *m*, *o* und *p* bezeichneten Punkte ergab die Messung mit dem Stereo-Mikrometer die folgenden Bildpunktkoordinaten a, x_1 und y_1 (vgl. die Fig. 4 und 6); sämtliche Werte sind in Millimeter gerechnet.

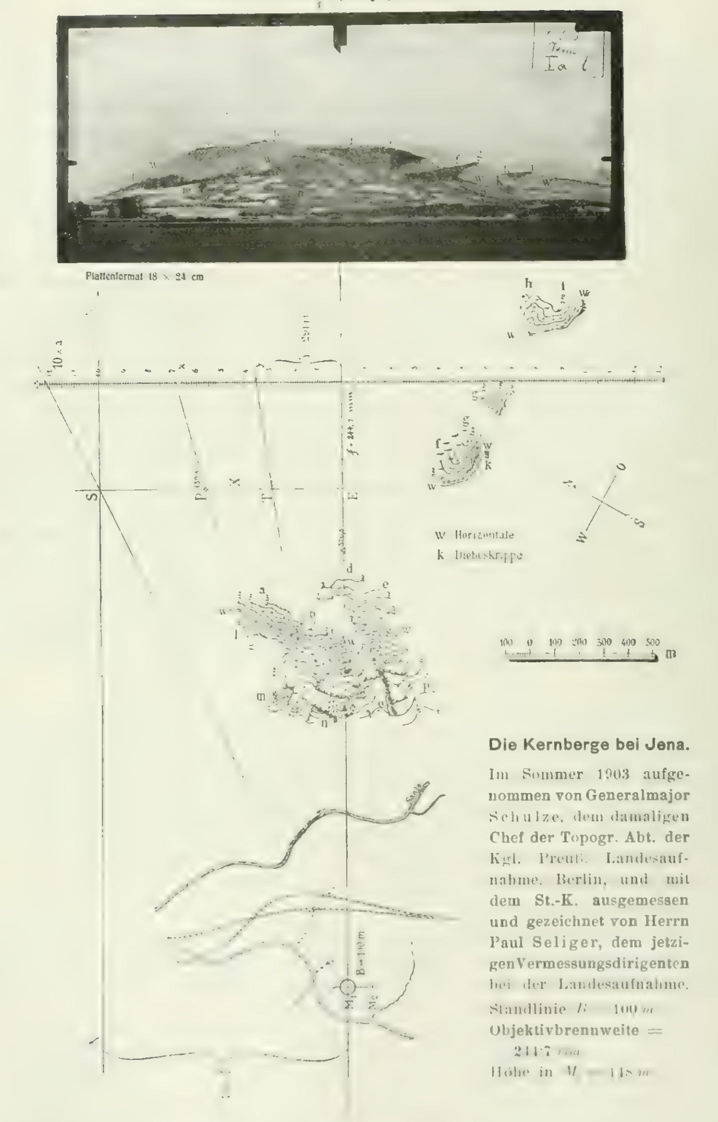


Fig. 8.
Originalplan 1 : 10.000
reduziert 1 : 23 000

Tabelle I.

Punkt	a	x_1	y_1
a	4·35	— 16·4	9·0
b	4·72	— 7·0	+ 9·3
e	4·28	+ 5·9	+ 8·8
g	3·15	+ 16·2	+ 7·0
m	5·95	— 18·2	+ 3·4
o	6·40	+ 8·8	+ 2·8
p	6·10	+ 16·9	+ 2·9

Hieraus und aus den Werten für $B = 100\,m$ und $f = 69·75\,mm$ und aus der bekannten Höhe $H_1 = 148\,m$ der linken Aufnahmestation M_1 berechnen sich[1]) die in Tabelle II zusammengestellten Werte (in Meter gerechnet) für die Entfernung E_0, die Seitenabweichung X_1 von der optischen Achse und die Höhe H des betreffenden Punktes (siehe Fig. 4) mit Hilfe der Formeln

$$E_0 = B\frac{f}{a} \quad X_1 = B\frac{x_1}{a} \quad Y_1 = B\frac{y_1}{a} \quad H = Y_1 + 148\,m.$$

Tabelle II.

Punkt	E_0	$\varDelta$	X_1	$\varDelta$	Y_1	H	$\varDelta$
a	1604	— 23	— 377	+ 12	+ 207	355	— 10
b	1478	— 6	— 148	+ 8	+ 197	345	5
e	1630	— 20	+ 138	8	+ 206	354	4
g	2214	+ 16	+ 514	4	+ 222	370	— 5
m	1172	+ 8	— 306	4	+ 57	205	+ 5
o	1090	+ 10	+ 137	2	+ 44	192	+ 3
p	1143	+ 17	+ 277	2	+ 48	196	+ 4

Die in der Tabelle II mit $\varDelta$ überschriebenen Kolumnen enthalten die Abweichungen der Messungen von den richtigen Werten, wie sie sich aus der früheren stereo-photogrammetrischen Aufnahme ergeben haben. Das Vorzeichen ist so zu verstehen, daß die richtigen Werte für E_0, X_1 und H jedesmal durch algebraische Addition der beiden nebeneinander stehenden Werte erhalten werden.

Um den Vergleich mit den früheren Messungen zu einem vollständigen zu machen, habe ich in der nachstehenden Tabelle III die Fehlergrößen für dE_0, dX_1 und dY_1 (beziehungsweise dH) zusammengestellt, wie sie sich für den Stereo-Komparator aus den folgenden Voraussetzungen ableiten:

$$B = 100\,m, \; f = 69·75\,mm$$

$$da = 0·005\,mm \text{ und } dx_1 = dy_1 = 0·02\,mm.$$

[1]) Die graphische Ermittlung dieser Werte siehe dieses Archiv, Bd. II, S. 71 und Mess. 230.

Die angegebenen Fehlerwerte für da, dx_1 und dy_1 entsprechen der Leistungsfähigkeit der Phototheodolite und des Stereo-Komparators. Wir benutzen zur Berechnung folgende Formeln:

$$dE_0 = -\frac{Bf}{a^2}\,da = E_0\,\frac{da}{a} = \frac{E_0}{200a}$$

$$dX_1 = B\,\frac{dx_1}{a} - Bx_1\,\frac{da}{a^2} = B\,\frac{dx_1}{a} - X_1\,\frac{da}{a}$$

$$dY_1 = B\,\frac{dy_1}{a} - By_1\,\frac{da}{a^2} = B\,\frac{dy_1}{a} - Y_1\,\frac{da}{a}$$

Tabelle III.

Punkt	dE_0	$B\frac{dx_1}{a}$	$X_1\frac{da}{a}$	$B\frac{dy_1}{a}$	$Y_1\frac{da}{a}$
a	1·8	0·46	— 0·43	0·46	0·23
b	1·5	0·42	— 0·15	0·42	0·21
c	1·9	0·47	— 0·16	0·47	0·24
g	3·5	0·64	— 0·81	0·64	— 0·35
m	0·9	0·34	— 0·25	0·34	— 0·04
o	0·8	0·31	— 0·10	0·31	— 0·03
p	0·7	0·37	0·22	0·37	0·04

Wie man sieht, sind die in Tabelle II angegebenen Fehler sämtlich größer als die vorstehend berechneten Fehlergrenzen für den Stereo-Komparator. Es ist das auch ganz natürlich; denn bei einem solchen Stereoskopbild kann das Ausrichten der beiden Bilder zueinander nicht mit der gleichen Sorgfalt vorgenommen werden, wie auf dem Stereo-Komparator, und außerdem liegt in der Anwendung des Stereo-Mikrometers eine solche Reihe von zum Teil unkontrollierbaren Fehlerquellen, daß es ganz ausgeschlossen ist, den Apparat zu exakten Messungen zu verwenden. Daß die Fehler nicht noch größer ausgefallen sind, ist allein dem Umstand zu verdanken, daß die beiden Bilder wegen ihrer Herkunft in sich schon eine gewisse Bürgschaft für die Zuverlässigkeit der Messung tragen.

Neue Instrumente für die photogrammetrische Aufnahme von Baudenkmälern.

Von Ingenieur Dr Theodor Dokulil, Adjunkt an der k. k. technischen Hochschule in Wien.

(Schluß.)

IV. Die Bestimmung der Bilddistanz des Phototheodolites.

Um den rektifizierten Phototheodoliten zu einer photogrammetrischen Aufnahme verwenden und auf Grund der erhaltenen Photogramme eine Rekonstruktion des aufgenommenen Objektes ausführen zu können, ist die Kenntnis der Bilddistanz, unter welcher man den senkrechten Abstand des

zweiten Gaußschen Hauptpunktes des Objektives von der Ebene des Markenrahmens versteht, notwendig. Die Bestimmung dieser Bilddistanz erfolgt am einfachsten und genauesten nach der in einer Originalmitteilung von Hofrat Prof. Dr. Anton Schell in Eders „Handbuch der Photographie", I. Bd., 2. Hälfte, 2. Aufl. angegebenen Methode, welche in Kürze hier angegeben sei.

Man wählt sich im Terrain eine Reihe markanter Punkte P_0, P_1, P_2, . . P_{n-1}, P_n (Fig. 9) und macht von einem zweckmäßig gelegenen Standpunkte mit dem Phototheodolite bei genau vertikaler Lage seiner Bildebene eine photographische Aufnahme dieser Punkte. Die Bildpunkte $p_0, p_1, p_2 \ldots p_{n-1}, p_n$ erscheinen von dem Punkte H_2 unter denselben Winkeln wie die zugehörigen

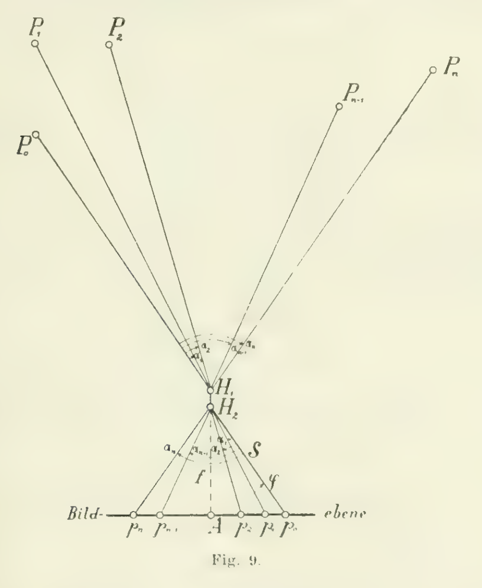


Fig. 9.

Raumpunkte von dem Punkte H_1, und man kann die Winkel $\alpha_1, \alpha_2, \ldots \alpha_{n-1}, \alpha_n$ durch Beobachtung sehr genau bestimmen, indem man sie mit einem Schraubenmikroskoptheodolite mißt. Auf dem durch die Aufnahme erhaltenen Negative oder auf einem davon angefertigten Positive können die Abstände $p_0\, p_1 = \delta_1$, $p_0\, p_2 = \delta_2, \ldots p_0\, p_{n-1} = \delta_{n-1}$, $p_0\, p_n = \delta_n$, welche parallel zur Horizontallinie der Aufnahme sind, gemessen werden. Setzt man $H_2\, p_0 = S$ und $\angle H_2\, p_0\, A = \varphi$, so ergibt sich aus dem Dreiecke $H_2\, p_0\, p_1$:

$$S : \delta_1 = \sin(\varphi + \alpha_1) : \sin \alpha_1.$$

Durch Entwicklung des Wertes $\sin(\varphi + \alpha_1)$ erhält man

$$\delta_1 = \frac{S}{\cos \varphi} - \delta_1 \,.\, cotg\, \alpha_1 \,.\, tg\, \varphi\,;$$

führt man nun die neuen Unbekannten

$$\frac{S}{\cos\varphi} = x \text{ und } tg\,\varphi = y$$

ein und wählt man für die Koeffizienten der zweiten Unbekannten das Symbol $\delta_1 . cotg\,\alpha_1 = a_1$, so nimmt die obige Gleichung die Form

$$\delta_1 = x - a_1 . y \qquad (3)$$

an. Da nun jeder der Punkte $p_1, p_2, \ldots . p_{n-1}, p_n$ in Verbindung mit dem ersten Punkte p_0 eine solche Gleichung ergibt, hat man zur Bestimmung der Unbekannten x und y die folgenden Gleichungen

$$\left.\begin{aligned} \delta_1 &= x - a_1 y \\ \delta_2 &= x - a_2 y \\ \delta_{n-1} &= x - a_{n-1} y \\ \delta_n &= x - a_n y \end{aligned}\right\}, \qquad (V)$$

aus denen sich mit Hilfe der Normalgleichungen

$$\left.\begin{aligned} n . x - [a] \quad y &= [\delta] \\ -[a] . x + [a\,a]\, y &= [a\,\delta] \end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

die wahrscheinlichsten Werte von x und y berechnen lassen. Durch Auflösung der Gleichungen (4) folgt

$$\left.\begin{aligned} x &= \frac{[a\,a]\,[\delta] + [a]\,[a\,\delta]}{n . [a\,a] - [a] . [a]} \\ y &= \frac{n . [a\,\delta] + [a] . [\delta]}{n\,[a\,a] - [a] . [a]} \end{aligned}\right\}. \qquad (VI)$$

Sind x und y bekannt, so kann man die Unbekannten S und φ berechnen, denn es ist

$$tg\,\varphi = y \text{ und } S = x . \cos\varphi \qquad (5)$$

Da nun

$$f = S . \sin\varphi \text{ und } p_0 A = \Delta = S . \cos\varphi$$

ist, ergibt sich schließlich

$$\left.\begin{aligned} f &= x . \sin\varphi \cos\varphi = \frac{x}{2} . \sin 2\varphi \\ \Delta &= x . \cos^2\varphi \end{aligned}\right\}. \qquad (VII)$$

Durch die Gleichungen VII ist der wahrscheinlichste Wert der Bilddistanz f, sowie der horizontale Abstand des Fußpunktes der Bilddistanz von dem ersten Bildpunkte p_0 gegeben und man kann daher, indem man den Abstand des Schnittpunktes der Horizontal- und Vertikallinie von diesem Punkte p_0 auf dem Photogramme mißt, angeben, auf welcher Seite und in welchem Abstande von der durch die beiden Vertikalmarken gekennzeichneten Geraden die wirkliche Vertikallinie liegt.

Gleichzeitig erhält man auch ein Urteil über die Genauigkeit des ermittelten Wertes der Bilddistanz f. Setzt man zunächst x und y in jede der Gleichungen V ein, so erhält man die übrig bleibenden Fehler v nach den Beziehungen

$$\left.\begin{array}{l} v_1 = \delta_1 - (x - a_1 \cdot y) \\ v_2 = \delta_2 - (x - a_2 \cdot y) \\ v_{n-1} = \delta_{n-1} - (x - a_{n-1} \cdot y) \\ v_n = \delta_n - (x - a_n \cdot y) \end{array}\right\} \qquad (6)$$

und mit diesen den mittleren Fehler m einer als gleich genau angenommenen Bestimmungsgleichung V. Derselbe ist

$$m = \sqrt{\frac{[v\,v]}{n-2}}. \qquad (7)$$

Mit diesem Werte erhält man die mittleren Fehler m_x und m_y der Unbekannten x und y aus den Gleichungen

$$m_x = m \,.\, \sqrt{Q_{1,1}} \text{ und } m_y = m \,.\, \sqrt{Q_{2,2}}, \qquad \text{(VIII)}$$

wobei $Q_{1,1}$ aus den Gewichtsgleichungen

$$\left.\begin{array}{r} n \,.\, Q_{1,1} - [a] \,.\, Q_{1,2} = 1 \\ -[a] \,.\, Q_{1,1} + [a\,a] \,.\, Q_{1,2} = 0 \end{array}\right\} \qquad (8)$$

der ersten Unbekannten und der Faktor $Q_{2,2}$ aus den Gewichtsgleichungen

$$\left.\begin{array}{r} n \,.\, Q_{2,1} - [a] \,.\, Q_{2,2} = 0 \\ -[a] \,.\, Q_{2,1} + [a\,a] \,.\, Q_{2,2} = 1 \end{array}\right\} \qquad (9)$$

der zweiten Unbekannten zu berechnen sind.

Sind m_x und m_y bekannt, so kann man ferner die mittleren Fehler von S und φ (m_S und m_φ) bestimmen. Aus der ersten der beiden Gleichungen 5 ergibt sich

$$m_\varphi = \cos^2 \varphi \,.\, m_y.$$

Da nun f eine Funktion von x und φ ist, ist der mittlere Fehler m_f der Bilddistanz durch die allgemeine Beziehung

$$m_f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x}\right)^2 . \, m_x^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial \varphi}\right)^2 . \, m_\varphi^2}$$

dargestellt. Setzt man in diese Relation

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\sin 2\varphi}{2} \text{ und}$$

$$\frac{\partial f}{\partial \varphi} = x \,.\, \cos 2\varphi,$$

sowie den Wert für m_φ ein, so erhält man zur Berechnung des mittleren Fehlers der Bilddistanz die Gleichung

$$m_f = \sqrt{\frac{\sin^2 2\varphi}{4} \,.\, m_x^2 + x^2 \,.\, \cos^2 2\varphi \,.\, \cos^4 \varphi \,.\, m_y^2}, \qquad \text{(IX)}$$

wodurch auch die Genauigkeit der Bilddistanz bestimmt ist.

Nach dieser Methode wurde nun auch die Bestimmung der Bilddistanz des vorstehend beschriebenen Phototheodolites vorgenommen.

Die photographische Aufnahme der in dem nachstehenden Verzeichnisse aufgenommenen Objekte und die erforderliche Winkelmessung erfolgte im September 1907 von einem Fenster der geodätischen Sammlung an der

k. k. Technischen Hochschule in Wien. Die Abstände der diesen Objekten zugeordneten Bildpunkte wurden auf dem erhaltenen Negative mit Hilfe des in einem späteren Abschnitte beschriebenen Koordinatometers bestimmt, wobei die Messungen zur Erhöhung der Genauigkeit einige Male wiederholt wurden.

Punkt	Topographische Beschreibung	Abstand δ in *mm*				Reduzierte Richtung		
		1. Messung	2. Messung	3. Messung	Mittel	°	′	″
0	1. Blitzableiter auf dem Heinrichshofe	0·000	0·000	0·000	0·000	0	00	00
1	2. " " " "	10·115	10·105	10·105	10·108	1	40	32·5
2	1. " " der k. k. Hofoper	33·540	33·535	33·545	33·540	5	41	03·0
3	3. " " dem Heinrichshofe	35·785	35·795	35·785	35·788	6	04	26·2
4	2. " " der k. k. Hofoper	41·340	41·340	41·340	41·340	7	02	53·1
5	3. " " " " " "	43·545	43·545	43·555	43·548	7	26	28·3
6	4. " " " " " "	45·165	45·160	45·170	45·165	7	43	50·0
7	4. " " dem Heinrichshofe	50·285	50·285	50·285	50·285	8	38	57·4
8	9. " " der k. k. Hofoper	56·105	56·105	56·100	56·103	9	41	32·2
9	Telegraphenständer auf dem Hause Karlsplatz Nr. 1	105·190	105·195	105·190	105·192	18	42	12·7
10	Telegraphenständer auf dem Hause Karlsplatz Nr. 3	182·305	182·310	182·305	182·307	32	52	15·5
11	Telegraphenständer auf der Handelsakademie	190·865	190·860	190·855	190·860	34	24	29·5
12	2. Merkurstab auf der Handelsakad.	203·000	203·000	203·005	203·002	36	30	48·6
13	3. " " " "	227·015	227·020	227·020	227·018	40	32	58·2
14	4. " " " "	240·325	240·330	240·320	240·325	42	42	15·9

Anmerkung. Die Reihenfolge der Objekte ist von links nach rechts in bezug auf die Ansicht von der k. k. Technischen Hochschule gezählt.

Auf Grund dieser Beobachtungsdaten erhält man die folgenden Bestimmungsgleichungen für die Unbekannten x und y:

$$\left.\begin{aligned}
x - 345{\cdot}5268\,y &= 10{\cdot}108\\
x - 336{\cdot}9697\,y &= 33{\cdot}540\\
x - 336{\cdot}3241\,y &= 35{\cdot}788\\
x - 334{\cdot}3673\,y &= 41{\cdot}340\\
x - 333{\cdot}4240\,y &= 43{\cdot}548\\
x - 332{\cdot}7111\,y &= 45{\cdot}165\\
x - 330{\cdot}5710\,y &= 50{\cdot}285\\
x - 328{\cdot}4826\,y &= 56{\cdot}103\\
x - 310{\cdot}7149\,y &= 105{\cdot}192\\
x - 282{\cdot}1170\,y &= 182{\cdot}307\\
x - 278{\cdot}6585\,y &= 190{\cdot}860\\
x - 274{\cdot}2063\,y &= 203{\cdot}002\\
x - 265{\cdot}3394\,y &= 227{\cdot}018\\
x - 260{\cdot}3975\,y &= 240{\cdot}325
\end{aligned}\right\}\qquad (V)$$

Nach Bildung der Normalgleichungen und Auflösung derselben erhält man mit Rücksicht auf die Gleichungen 5, VII, VIII und IX die folgenden Resultate:

$$\varphi = 69^{0}\,40'\,48''{\cdot}2$$

$$S = 327{\cdot}69_{3}\,mm$$

$$f = 307{\cdot}30_{6}\,mm$$

$$\Delta = 113{\cdot}79_{2}\,mm$$

$$m_f = \pm 0{\cdot}12_{4}\,mm$$

$$\frac{m_f}{f} = \frac{1}{2500}.$$

Mißt man den Abstand Δ' des ersten Bildpunktes p_0 von dem Schnittpunkte der Horizontal- und Vertikallinie, so ergibt sich für denselben im vorliegenden Falle

$$\Delta' = 114{\cdot}03\ mm.$$

Aus dem Vergleiche der Größen Δ und Δ' zeigt sich, daß die Schnittlinie der durch den zweiten Hauptpunkt gelegten und auf der Ebene des Markenrahmens senkrechten Vertikalebene von der durch die Marken ersichtlich gemachten Vertikallinie um 0·24 *mm* abweicht und daß daher die auf dem Photogramme gemessenen Abszissen der Bildpunkte bei der in Fig. 2 angedeuteten Zählungsweise um diesen Betrag zu vermehren sind.

V. Der Gebrauch des Universal-Phototheodolites.

Wenn das Instrument berichtigt und seine Bilddistanz bestimmt ist, so kann es zur Herstellung richtiger perspektivischer Bilder mit bekannten perspektivischen Konstanten und zur Orientierung dieser Bilder im Raume verwendet werden, wobei der folgende Arbeitsvorgang einzuhalten ist.

Der Phototheodolit wird in dem Terrainpunkte, welcher für die photogrammetrische Aufnahme gewählt wurde, zentrisch und horizontal aufgestellt und das Objektiv in seine Normalstellung gebracht. Nach Einführung der mit dem Okulare versehenen Mattscheibe wird der zweite Endpunkt der Basis anvisiert und durch Ablesung beider Nonien des Horizontalkreises die Lage der Visierlinie und der mit ihr zusammenfallenden Bilddistanz festgelegt. Man kann nun der Kamera durch Drehung um die vertikale Achse des Instrumentes die für die photographische Aufnahme des Objektes geeignete Lage geben und kann diese Stellung durch abermalige Ablesung beider Nonien fixieren, wodurch die Größe des Horizontalwinkels, welchen die durch die Bilddistanz gelegte Vertikalebene mit der Fluchtebene der Basis einschließt, gegeben und die Bilddistanz in horizontalem Sinne orientiert ist. Die Wahl der für die Aufnahme geeignetsten Stellung der Kamera erfolgt in einfacher Weise dadurch, daß man das auf der Mattscheibe entstehende Bild unter dem Einstelltuche beobachtet und durch Drehung der Kamera um ihre vertikale Achse das Bild an die gewünschte Stelle zu bringen sucht. Was die Neigung der Bildebene anbelangt, so empfiehlt es sich bei der Aufnahme architektonischer Objekte sowohl wegen der bedeutend einfacheren Rekonstruktion als auch

aus Schönheitsrücksichten, dieselbe vertikal zu stellen. Man wird daher nach der Einstellung der Kamera im horizontalen Sinne der Bildebene zunächst diese zweckmäßigste Lage geben und nachsehen, ob bei dieser Stellung das ganze aufzunehmende Objekt auf der Mattscheibe erscheint. Kann die vertikale Stellung der Bildebene nicht beibehalten werden, da in dieser selbst bei der größten Hebung oder Senkung des Objektives, deren man sich bedienen kann, um das Bild in vertikalem Sinne zu verschieben, nicht das Objekt in seiner ganzen Höhe auf der Platte zur Abbildung gelangt, so muß die Kamera um den erforderlichen Winkel geneigt und der Neigungswinkel der Bilddistanz gegen den Horizont an dem Höhenbogen mit Hilfe des zugehörigen Nonius abgelesen werden. Die Ablesung am Höhenkreise, sowie der Stand des Objektives und die Instrumentenhöhe sind ebenso wie die früher erwähnten Ablesungen am Horizontalkreise in ein entsprechendes Protokoll einzutragen. Horizontalwinkel und Höhenwinkel bestimmen dann die Orientierung der Bildebene vollkommen und eindeutig, während der Objektivstand und die Instrumentenhöhe zur Festlegung der Höhe des perspektivischen Zentrums dienen. Ist nämlich die absolute Höhe H des Aufstellungspunktes und der Normalstand o_0 des Objektives bekannt und wurde die Instrumentenhöhe J und der Neigungswinkel i der Bildebene gemessen, sowie der für die Aufnahme gewählte Objektivstand o abgelesen, so ergibt sich aus der Fig. 10 für die Bestimmung der absoluten Höhe H_0 des ersten Hauptpunktes h_1 des Objektives die Gleichung

$$H_0 = H + J - \Delta . \sin i + (o - o_0) . \cos i, \qquad \text{(X)}$$

wenn die Exzentrizität des ersten Hauptpunktes des Objektives in der Normallage mit Δ bezeichnet und der Neigungswinkel i der Bildebene bei nach aufwärts gerichteter Visur als positiv eingesetzt wird.

Infolge der Neigung der Kamera und der Verschiebung des Objektives wird jedoch auch die horizontale Projektion von h_1, d. i. der Punkt h_1' einen variablen Abstand $\delta = C h_1'$ von der Drehungsachse der Kamera besitzen. Man erhält für die Berechnung dieser Größe aus der Fig. 10 die Beziehung

$$\delta = \Delta . \cos i - (o - o_0) . \sin i, \qquad \text{(XI)}$$

welcher Wert in der horizontalen Projektion auf der durch den Horizontalwinkel festgelegten Richtung der Bilddistanz von dem Standpunkte aufgetragen werden muß, um die horizontale Projektion des Projektionszentrums zu erhalten. Sind daher S_1 und S_2 (Fig. 11) die Endpunkte der auf dem Terrain gemessenen Grundlinie D, ω_1 und ω_2 die Richtungswinkel der Bilddistanz und δ_1 und δ_2 die Exzentrizitäten der beiden Hauptpunkte, so ist die für die Rechnung zu verwendende Basis $D_1 = h_1\, h_1'$, welche gegen die gemessene Basis um den Winkel $\Delta\omega$ verschwenkt ist. Man erhält aus der Figur bei Vernachlässigung der Größen zweiter Kleinheitsordnung

$$D_1 = D - \{\delta_1 . \cos \omega_1 + \delta_2 . \cos \omega_2\} \qquad \text{(XII)}$$

und

$$\Delta\omega = 206\,265\ \frac{\delta_1 . \sin \omega_1 - \delta_2 . \sin \omega_2}{D - \{\delta_1 . \cos \omega_1 + \delta_2 . \cos \omega_2\}}; \qquad \text{(XIII)}$$

$\Delta\omega$ kommt dann insoferne in Rechnung, als die gemessenen Richtungswinkel ω_1 und ω_2 der Bilddistanz für die Rechnung um diesen Wert zu vergrößern, beziehungsweise zu verkleinern sind. Bei der graphischen Rekonstruktion sind die Punkte h_1' und h_1'' als perspektivische Zentren zu verwenden.

Das zu diesen Reduktionen notwendige Element Δ wird durch Messung bestimmt und beträgt für das vorliegende Instrument 145·6 *mm.*

Nach der Aufstellung des Instrumentes und der Orientierung der Bildebene wird die photographische Aufnahme ausgeführt. Vorher wird die Kontrollibelle mit der Achse fest verbunden und mit der auf sie wirkenden

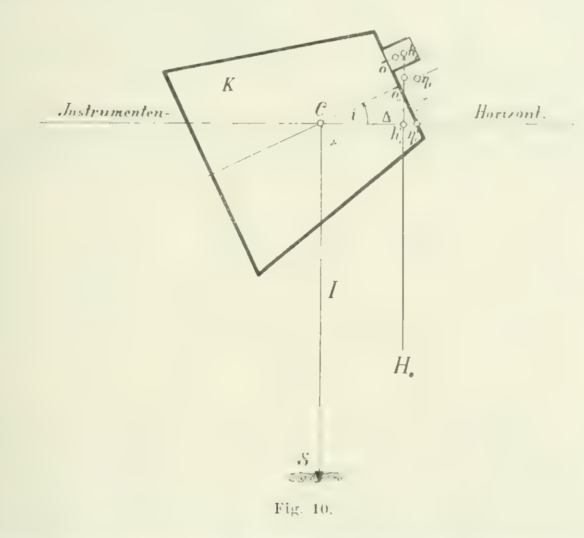


Fig. 10.

Elevationsschraube scharf zum Einspielen gebracht, das Objektiv entsprechend abgeblendet, die mit der lichtempfindlichen Platte beschickte Kassette in den geöffneten Rahmen der Kamera eingeschoben, der Kassettendeckel herausgezogen und der Rahmen wieder geschlossen, wodurch die Platte in Berührung mit dem Markenrahmen kommt. Vor der nun folgenden Belichtung der Platte sieht man nach, ob die mit der Kameraachse fest verbundene Libelle noch einspielt. Ist diese durch die Operation des Einführens der Kassette aus dem Spielpunkte gekommen, so wird sie mittels des Getriebes r_1, r_2 (Fig. 6) wieder zum Einspielen gebracht. Nach der Belichtung wird die Kassette entfernt, womit die photogrammetrische Aufnahme beendet ist.

Neben seiner eigentlichen Verwendung für photogrammetrische Aufnahmen kann der beschriebene Phototheodolit auch zu der für die trigonometrische Punktebestimmung notwendigen Horizontal- und Vertikalwinkelmessung gebraucht werden. Die Messung der Horizontalwinkel erfolgt, wie dies

schon gelegentlich der Orientierung der Bilddistanz angegeben wurde. Hervorgehoben muß nur werden, daß die Horizontalwinkelmessung, wenn möglich, immer bei der Normalstellung des Objektives vorgenommen werden soll, da bei dieser Stellung die Berichtigung des Instrumentes bezüglich des Kollimationsfehlers erfolgt. Nur wenn die größte Drehung der Kamera um ihre Achse zur Herstellung der Visur nicht ausreichen sollte, kann die vertikale Verschiebung des Objektives verwendet werden, falls man sich früher überzeugt hat, daß sich das Objektiv bei seiner Verschiebung in einer zur Kameraachse normalen Richtung bewegt. Da überdies die Messung der Horizontalwinkel nur in einer Lage der Visierebene vorgenommen werden kann, ist es bei der Verwendung des Instrumentes zur Lagebestimmung der Standpunkte notwendig, daß seine Aufstellung mit Schärfe vorgenommen wird und daß die Rektifikation rücksichtlich des Kollimationsfehlers so genau als möglich durchgeführt wurde.

Die Messung der Vertikalwinkel kann mit dem Instrumente auf mehrfache Weise ausgeführt werden. Auf Grund der Eigenschaften des Phototheodolites erhält man den Höhenwinkel eines Punktes bei der Normal-

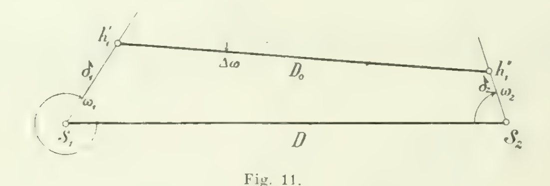


Fig. 11.

stellung des Objektives unmittelbar dann, wenn man die Kamera so lange um die horizontale Achse dreht, bis das Bild des Punktes am Horizontalfaden des Fadenkreuzes erscheint und hierauf die Teilung des Höhenbogens bei einspielender Höhenkreislibelle abliest. Da zur Ablesung dieses Höhenbogens nur ein Nonius vorgesehen ist und die Messung des Vertikalwinkels ebenfalls nur in einer Lage der Visierebene möglich ist. soll die Versicherungslibelle möglichst genau rektifiziert sein.

Die Messung der Vertikalwinkel kann bei unverändert vertikaler Lage der Bildebene auch dadurch vorgenommen werden, daß man die Einstellung auf das betreffende Objekt durch Hebung oder Senkung des Objektives vornimmt. Ist in Fig. 12 C der Drehungspunkt der Kamera und EE die mit dem Fadenkreuze F ausgestattete Mattscheibe, so entspricht der horizontal gestellten Distanzlinie FP die Normalstellung o_0 der Objektivplatte o. Wird nun das Objektiv so lange gehoben, bis das Bild eines Raumpunktes P mit dem Kreuzungspunkte des Fadenkreuzes F zusammenfällt, so erhält man den Winkel β der Visierlinie aus der Gleichung

$$tg\,\beta = \frac{(o - o_0) \cdot t}{f}, \qquad \text{(XIV)}$$

wenn o die bei der Visur gemachte Ablesung am Maßstabe der Objektiv-

platte, t den Intervallwert dieses Maßstabes und f die senkrechte Entfernung des zweiten Hauptpunktes von der Ebene des Markenrahmens ist. Da aber der Höhenwinkel des Punktes P auf den Drehungspunkt C der Kamera bezogen werden muß, ist der Winkel $PCP' = h$ zu berechnen. Aus dem Dreiecke ΦPC ergibt sich

$$h = \beta + \sphericalangle \Phi PC \text{ und}$$

$$\sin \Phi PC = \widehat{\Phi PC} = \frac{\sin \beta \,.\, \Phi C}{CP}$$

oder

$$\sphericalangle \Phi PC'' = 206.265'' \frac{\Delta \,.\, \sin \beta}{D} \,.\, \cos h, \qquad (10)$$

wenn man die Exzentrizität $\Phi C = \Delta$ setzt und die horizontale Entfernung

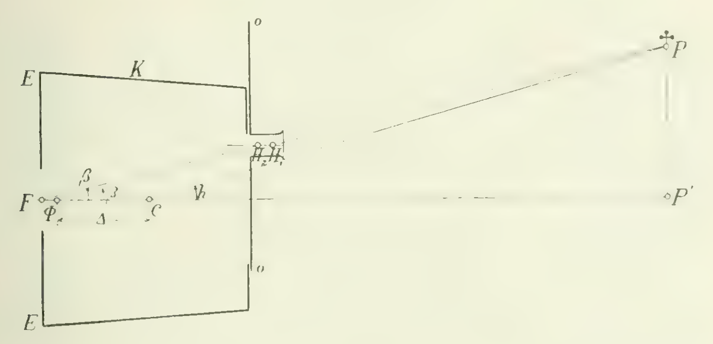


Fig. 12.

des Punktes P von C mit D bezeichnet. Nennt man den durch die Gleichung 10 bestimmten Winkel, der im allgemeinen sehr klein sein wird, $\Delta\beta$, so ist

$$h = \beta + \Delta\beta, \qquad \text{(XV)}$$

wobei $\Delta\beta$ als Reduktion des gemessenen Winkels β auf den Scheitel C zu bezeichnen ist. Zur Berechnung der Größe $\Delta\beta$ wird man statt h den aus der Gleichung XIV berechneten Näherungswert β einsetzen und die lineare Exzentrizität Δ entspricht hierbei dem um das Interstitium des Objektives verminderten Abstand des Drehungspunktes der Kamera von der Ebene der lichtempfindlichen Platte. Die Größe $\Delta\beta$ hängt insbesondere von dem Wert des Höhenwinkels h und der horizontalen Distanz D ab. Da sie mit dem Höhenwinkel wächst, erreicht sie für den größten Winkel h_0, beziehungsweise β_0, welcher durch das größte Maß der vertikalen Verschiebung des Objektives charakterisiert ist, ihr Maximum. Wenn man daher für die Messung des Vertikalwinkels einen bestimmten Genauigkeitsgrad σ_0 wählt, so kann man aus der Gleichung

$$\varphi_0'' = 206.265'' \frac{\Delta}{D_0} . \sin \beta_0 . \cos h_0$$

jene Distanz D_0 berechnen, von welcher an die Reduktionsgröße $\Delta \beta$ überhaupt nicht mehr zu berücksichtigen ist. Man erhält

$$D_0 = \frac{206.265''}{\varphi_0''} . \frac{\sin 2 \beta_0}{2} . \Delta \qquad (11)$$

wenn man statt h_0 den berechenbaren Winkel β_0 einsetzt.

Für das beschriebene Instrument ist $\beta_0 = 8^0\ 20'$ und $\Delta = 161{\cdot}7\ mm$; nimmt man daher als Genauigkeitsgrenze die halbe Noniusangabe des Vertikalbogens, also $\varphi_0 = 30''$ an, so ergibt sich $D_0 = 160\ m$, d. h. wenn die Distanz gleich oder größer als diese Größe ist, so kann die Gleichung XIV zur Berechnung des Höhenwinkels verwendet werden.

Zum Schlusse sei noch erwähnt, daß eine Vertikalwinkelmessung mit dem Phototheodolite auch durch Kombination der Drehung der Kamera um ihre Achse und der Vertikalverschiebung des Objektives ausgeführt werden kann. In diesem Falle wird der Neigungswinkel der Bilddistanz für die Normalstellung des Objektives direkt am Höhenbogen abgelesen und der Winkel, welchen der von dem Drehungspunkte der Kamera nach dem anvisierten Punkte gezogene Strahl mit der Normallage der Visierlinie einschließt, nach Gleichung XV berechnet. Die Summe der beiden so erhaltenen Winkel entspricht dann dem wirklichen Höhenwinkel des betreffenden Objektes, gemessen im Drehungspunkte der Kamera.

Nachdem die exponierten Platten entwickelt und fixiert sind, kann die Rekonstruktion des mit dem Phototheodolite aufgenommenen Objektes vorgenommen werden. Zu dieser Rekonstruktion ist die Kenntnis der Koordinaten x und y der den charakteristischen Punkten des Objektes zugeordneten Bildpunkte, bezogen auf das durch die Horizontal- und Vertikallinie der Platte bestimmte Achsenkreuz notwendig. Die Genauigkeit, mit welcher die Abnahme dieser Koordinaten von dem Photogramme erfolgt, ist natürlich für die Genauigkeit der durchzuführenden Rekonstruktion maßgebend, da die Elemente, welche die Lage der rekonstruierten Punkte bestimmen, als Funktionen dieser Koordinaten erscheinen. Man muß daher bestrebt sein, die Messung der Bildkoordinaten x und y mit einem größeren Grade der Genauigkeit auszuführen, wenn man eine schärfere Rekonstruktion anstrebt.

Der einfachste Vorgang dieser Messung der Bildkoordinaten besteht darin, daß man eine ungetonte Kopie des Negatives herstellt und auf derselben die Messung mittels eines mit einem Nonius versehenen Auftrageapparates ausführt. Diese Methode hat jedoch verschiedene Übelstände, welche namentlich darin bestehen, daß die Punkte, deren Koordinaten gemessen werden sollen, pikiert werden müssen, um das Anlegen des Nonius mit einiger Schärfe vornehmen zu können und daß die Messung sehr rasch vorgenommen werden muß. Tont man die Kopie vor der Messung, um das Nachdunkeln des Bildes zu vermeiden, so muß man die durch den Tonungs- und Waschprozeß be-

wirkten Ausdehnungsverhältnisse des Papieres feststellen, welchem Zwecke die kleinen, neben den eigentlichen Horizontal- und Vertikalmarken am Rahmen der Kamera vorgesehenen Marken dienen.

Um nun diesen verschiedenen Übelständen der Messung der Koordinaten mit den bis jetzt gebräuchlichen Hilfsmitteln abzuhelfen und gleichzeitig die Genauigkeit der Messungsresultate zu erhöhen, sowie zur Erleichterung der sehr mühsamen und zeitraubenden Arbeit dieser Koordinatenbestimmungen wurde nach den Angaben des Herrn Hofrates Professor Dr. Anton Schell ein eigener Apparat konstruiert, welcher die Messung der Bildkoordinaten in bedeutend einfacherer, müheloserer und gleichzeitig genauerer Weise gestattet und welcher seinem Zwecke entsprechend als Photokoordinatometer bezeichnet werden kann.

VI. Die Einrichtung des Photokoordinatometers.

Das Instrument (Fig. 13 und 14), dessen Herstellung ebenfalls in dem mathematisch-mechanischen Institute von Rudolf und August Rost in Wien erfolgte, besteht dem Prinzipe nach aus einem Kreuzschlitten, der die Negativplatte aufnimmt und dessen Führungen zueinander normal sind und einem Mikroskope, mit Hilfe dessen die Einstellung auf die charakteristischen Punkte des Objektes, also deren Bezeichnung oder Markierung erfolgt. Durch Maßstäbe mit Nonien, die längs der Führungen des Kreuzschlittens angebracht sind, können die Verschiebungen der Platte in den beiden Führungsrichtungen des Schlittens gemessen werden.

Das ganze Instrument wird vermittels einer massiven Holzplatte auf den Beobachtungstisch aufgestellt. Auf dieser Holzplatte befinden sich zwei Ständer aus Gußeisen, welche durch zwei ebensolche Querstücke miteinander verbunden sind. Das auf diese Weise entstehende Pult, welches durch entsprechende Versteifungen der dreieckigen Ständer gegen jede Deformation geschützt ist, ruht mittels vier Stellschrauben auf kleinen metallenen Unterlagsplättchen auf. Durch einen Dorn können die Schrauben gedreht und auf diese Weise ein sicheres, jede Formveränderung ausschließendes Aufruhen des pultförmigen Gestelles auf der Unterlagsplatte erzielt werden.

Auf diesem pultförmigen Untergestelle ist der zur Aufnahme der Platte dienende Kreuzschlitten angeordnet. Zu diesem Zwecke sind an den Ständern Führungsschienen angeschliffen, zwischen denen sich ein Rahmen aus Gußeisen schlittenförmig in horizontaler Richtung verschieben läßt. Damit kein Spießen oder Ecken des Rahmens bei seiner Bewegung stattfindet, hat er eine etwas kleinere Höhe als dies der Entfernung seiner Führungen entspricht und er ruht daher infolge seines Gewichtes nur auf der unteren Schiene auf, während die obere Schiene nur als Führung dient, wobei zur Verminderung der Reibung zwischen Rahmen und Schiene kleine Rollen angeordnet sind, welche auf der Führungsfläche der Schiene aufliegen. Die Fortbewegung des Rahmens in horizontaler Richtung erfolgt durch ein Getriebe, welches aus einer mit der unteren Führungsschiene verbundenen

Zahnstange und einem kleinen, in einem Ansatze des Rahmens eingelagerten Zahnrädchen besteht, dessen Welle mit einem Schraubenkopfe in Verbindung ist. Zur Fixierung des Rahmens ist eine Klemmschraube und zu seiner feinen Verschiebung ein Mikrometerwerk vorgesehen. Durch Federn, welche mit dem Rahmen verbunden sind, wird eine fortwährende Berührung des Rahmens mit den Führungsflächen des Ständers bewirkt. Zur Messung der Verschiebung des Rahmens ist ein Maßstab vorgesehen, dessen Nullpunkt sich an



Fig. 13.

seinem linken Ende befindet und dessen kleinste Unterabteilung 0·5 *mm* beträgt. Die Angabe des zugehörigen Nonius ist 0·02 *mm*. Zur Beleuchtung des Nonius dient eine Blende aus Milchglas und zur Beobachtung der Koinzidenzen der Teilstriche des Nonius eine Lupe, die in einem Schlitten längs der Noniusteilung verschiebbar ist.

In diesem Rahmen ist nun weiters ein zweiter, kleinerer Rahmen in vertikaler Richtung verschiebbar angeordnet. Damit der Rahmen, welcher infolge seines Gewichtes selbsttätig nach abwärts gleiten würde, in jeder beliebigen Höhenlage bleibt, ist ein seinem Gewichte entsprechendes Gegen-

gewicht angeordnet. Die eigentliche Führung des Rahmens erfolgt ebenso wie bei dem horizontal verschiebbaren Rahmen nur auf einer Seite (rechts), während die Führung links nur als Auflager wirksam ist. Die rechtsseitige Führung wird bewirkt durch zwei Bügel, welche mit dem kleineren Rahmen verbunden sind und an denen kleine, hohle Zylinder angebracht sind. In axialer Richtung gehen durch diese Zylinder dünne Stahlbolzen hindurch, welche mit kleinen, an der Außenfläche des großen Rahmens anliegenden Rollen in Verbindung stehen. Durch Spiralfedern, die um diese Bolzen gewickelt sind, wird der Rahmen mit der rechtsseitigen Führungsfläche in

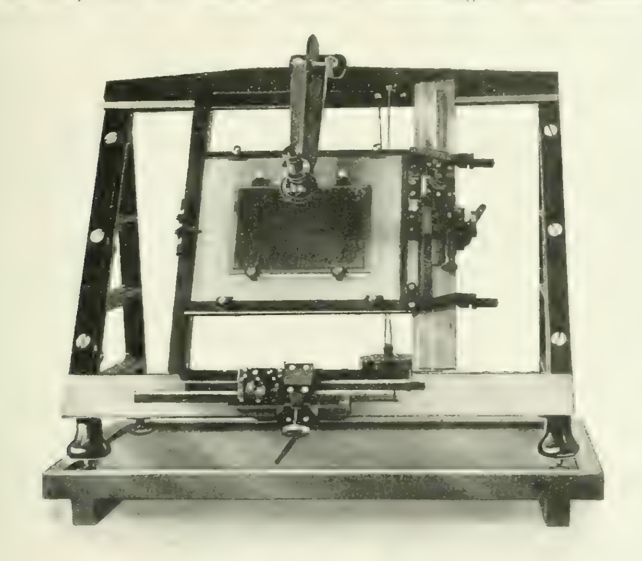


Fig. 14.

innige Berührung gebracht. Die Bewegung erfolgt in ähnlicher Weise wie die Fortbewegung des ersten Rahmens mit Hilfe eines Getriebes, dessen Konstruktion ganz die gleiche wie bei den analogen Bestandteilen des Bewegungsmechanismus des in horizontaler Richtung beweglichen Rahmens ist Zur Messung der Verschiebung des Rahmens dient ebenfalls ein Maßstab und ein Nonius, die in ganz derselben Art und Weise geteilt und beziffert sind, wie dies früher für die Teilung, beziehungsweise den Nonius für die Messung der horizontalen Bewegung angegeben wurde. Auf dem kleineren Rahmen liegt ein mit diesem zirka gleichgroßer Messingrahmen auf, welcher zur Aufnahme der Negativ- oder Positivplatte dient. Die Verbindung beider Rahmen ist eine solche, daß eine kleine Verdrehung des Messingrahmens gegen seine

Unterlage möglich ist, so daß man die Horizontal- und Vertikallinie des auf dem Rahmen befestigten Photogrammes zu den beiden Führungen des Kreuzschlittens, die aufeinander senkrecht stehen müssen, parallel stellen und auf diese Weise die beiden Koordinaten x und y des betreffenden Bildpunktes an den beiden Maßstäben messen kann. Zur Ermöglichung dieser Verdrehung ist der Messingrahmen um den zylindrischen Hals einer Schraube drehbar, während eine zweite, gegenüberliegende Schraube durch eine schlitzförmig gestaltete Öffnung des Plattenträgers hindurchgeht. Die eigentliche Fixierung des Rahmens auf seiner Unterlage wird durch zwei mit zylindrischen und rändrierten Köpfen versehene Gebrauchsschrauben bewirkt, die in kleinen prismatischen Ansätzen des Messingrahmens ihre Muttergewinde haben und deren kalottenförmig abgerundete Enden mit einer zwischen den erwähnten Ansätzen befindlichen und mit der Unterlage fest verbundenen Nase aus Stahl zur Berührung gebracht werden können, wodurch neben der Fixierung des Plattenträgers auch eine mikrometrische Verdrehung desselben ermöglicht ist. Die Befestigung der Platte selbst auf dem Messingrahmen geschieht durch vier kleine Plättchen, welche durch Schräubchen an die Platte angedrückt werden und dadurch die letztere festklemmen.

Bei dem im Jahre 1905 von der eingangs genannten Firma für die Lehrkanzel der praktischen Geometrie an der k. k. Technischen Hochschule in Wien hergestellten Photokoordinatometer ist der Rahmen für das Plattenformat 21 × 27 *cm*, welches dem Phototheodolite von Hofrat Professor Dr. Anton Schell entspricht, hergestellt. Durch Einlagen können auch Platten im Formate 13 × 18 *cm* und 9 × 18 *cm* (Stereoskopformat) auf dem Apparate ausgemessen werden.

Zur Bezeichnung der auf dem Photogramme auszumessenden Bildpunkte dient ein mit dem fixen Teile des Instrumentes verbundenes Mikroskop, dessen Visierlinie durch Bewegung des Kreuzschlittens auf den betreffenden, durch seine Koordinaten festzulegenden Bildpunkt eingestellt wird.

Mit dem Ständer ist ein nach abwärts gebogener Bügel verschraubt, welcher an seinem Ende einen Zylinder trägt, der zur Aufnahme des in diesem Zylinder verschiebbaren Mikroskopes dient. Die Feststellung des Mikroskopes erfolgt durch eine Schraube, welche auf zwei Lappen des aufgeschnittenen Zylinders wirkt und die beiden Zylinderteile an das Mikroskop anpreßt. Das Mikroskop, welches eine Länge von etwa 12 *cm* hat, besteht aus einem vierfachen, achromatischen Objektive von zirka 30 *mm* Brennweite und einem in dem Objektivrohre verschiebbaren Ramsdenschen Okulare, welches mit dem Objektive ungefähr zehnfache Vergrößerung ergibt. Beiläufig 70 *mm* vom zweiten Hauptpunkte des Objektives entfernt ist ein Fadenkreuz fix in dem Mikroskoprohre angebracht; dasselbe besteht aus zwei aufeinander senkrechten Doppelfäden, von denen beim Gebrauche des Instrumentes der eine durch Drehung des Mikroskoprohres in seiner Fassung eine vertikale und der zweite infolgedessen eine horizontale Lage erhält. Der Abstand je zweier, einen Doppelfaden bildender Spinnenfäden ist ein derartiger, daß die Einstellung feiner Linien auf die ideale Mitte des Doppelfadens mit Schärfe ausgeführt werden kann. Zum Zwecke der Drehung des

Mikroskoprohres in seiner Fassung, sowie zur Ermöglichung einer Längsverschiebung ist mit dem Mikroskoprohre eine rändrierte Scheibe von größerem Durchmesser verbunden, wodurch die Handhabung wesentlich erleichtert wird. Erwähnt sei schließlich noch, daß der Mikroskopträger eine Querschnittsform hat, welche ihn vor jeder Deformation, das Mikroskop also vor jeder Lageveränderung schützt.

VII. Der Gebrauch des Photokoordinatometers.

Sollen mit dem beschriebenen Photokoordinatometer die Abszissen und Ordinaten der für die Rekonstruktion wichtigen Bildpunkte gemessen werden, so wird entweder die entwickelte Negativplatte selbst oder eine von derselben angefertigte Kopie auf Glas auf dem Messingrahmen so befestigt, daß die Schichtseite der Platte dem Mikroskope zugekehrt ist. Auch empfiehlt es sich, die Platte verkehrt einzulegen, damit dem Beobachter in dem astronomisch wirkenden Mikroskope ein aufrechtes Bild erscheint. Hierauf wird das Mikroskop eingestellt. Zu diesem Zwecke gibt man zunächst dem Kreuzschlitten eine solche Stellung, daß das Mikroskop gegen einen möglichst durchsichtigen Teil der Platte gerichtet ist und verschiebt das Okular in dem Mikroskoprohre so lange, bis das Bild des Fadenkreuzes dem Auge möglichst deutlich erscheint. Nach dieser Einstellung des Okulares wird durch abermalige Bewegung des Kreuzschlittens mit den beiden Triebschrauben ein möglichst markanter und viel Detail aufweisender Teil der Platte in das Gesichtsfeld des Mikroskopes gebracht und das ganze Mikroskoprohr nach Lüftung des Lappenschräubchens so lange verschoben, bis das Bild des im Gesichtsfelde befindlichen Plattenteiles ohne Parallaxe erscheint, worauf die Feststellung des Mikroskopes in dem Zylinder vorzunehmen ist. Nach dieser Justierung des Mikroskopes darf in keiner Stellung des Kreuzschlittens eine Parallaxe auftreten, wenn die Führungen entsprechend wirken, wovon man sich immer vor dem Beginne der eigentlichen Messung der Koordinaten überzeugen soll. Um die Koordinaten richtig zu bestimmen, ist es notwendig, daß die Horizontallinie und die Vertikallinie der Platte zu den Bewegungsrichtungen der Rahmen parallel sind. Man bringt bei der diesbezüglichen Justierung die rechtsseitige Horizontalmarke in das Gesichtsfeld des Mikroskopes und stellt den Mittelpunkt des durch die vier Fäden des Fadenkreuzes gebildeten Quadrates scharf auf die Spitze der Horizontalmarke ein. Bewegt man nun bei unveränderter Höhenlage der Platte dieselbe so lange, bis die zweite, linksseitige Horizontalmarke im Gesichtsfelde des Fernrohres wahrnehmbar ist, so muß es nach Anziehung der Klemme möglich sein, durch Drehung der Mikrometerschraube die Markenspitze wieder mit dem früher definierten Punkt des Fadenkreuzes zur Deckung zu bringen. Ist dies jedoch nicht der Fall, so muß die Platte verdreht werden. Ist die notwendige Verdrehung der Platte eine große, so kann die letztere durch Hebung oder Senkung des einen Randes der Platte auf ihrer Unterlage näherungsweise in die richtige Lage gebracht werden. Diese Verschiebung ist dadurch ermöglicht, daß die Klammern, welche die

Klemmung der Platte bewirken, auf ihrer Unterlage etwas nach auf- oder abwärts bewegt werden können. Bei einer kleinen Abweichung kann die genaue Übereinstimmung des Bildes der Markenspitze mit dem idealen Kreuzungspunkte durch die mikrometrische Verdrehung der beiden Korrektionsschräubchen bewirkt werden und es ist dann die Horizontallinie der Platte zur horizontalen Bewegungsrichtung parallel. Wenn diese Justierung beendet ist, so kann man in ähnlicher Weise prüfen, ob die Bewegungsrichtung des Schlittens auf derjenigen des Rahmens senkrecht steht, da in diesem Falle die Vertikallinie der justierten Platte zur Bewegungsrichtung des Schlittens parallel sein muß.

Zum Schlusse hat man noch dem Mikroskope eine solche Stellung zu geben, daß die horizontalen Fäden zur Horizontallinie, die vertikalen Fäden zur Vertikallinie der justierten Platte parallel sind. Die entsprechende Untersuchung erfolgt dadurch, daß man die Spitze einer Horizontalmarke auf die Mitte des horizontalen Doppelfadens oder die Spitze einer Vertikalmarke auf die Mitte der beiden vertikalen Fäden einstellt und beobachtet, ob bei der horizontalen, beziehungsweise vertikalen Bewegung der Platte das Bild der betreffenden Markenspitze in der Mitte der parallelen Fäden verbleibt. Ist dies nicht der Fall, so muß das ganze Mikroskop in seiner Fassung verdreht werden, wobei man aber darauf achten muß, daß die Entfernung des Mikroskopes von der Platte eine solche bleibt, daß keine Parallaxe auftritt.

Ist in der vorstehend angeführten Weise die Stellung des Mikroskopes berichtigt und auch die Platte bezüglich ihrer Lage gegen die Führungen des Kreuzschlittens justiert, so kann mit der Messung der Bildkoordinaten begonnen werden. Man stellt das Mikroskop auf eine der beiden Vertikalmarken ein und liest den Stand des Nonius an dem horizontalen Maßstabe ab; hierauf verschiebt man den Kreuzschlitten so lange, bis das Bild einer Horizontalmarke genau zwischen den beiden horizontalen Fäden des Fadenkreuzes liegt und bestimmt den Stand des Nullpunktes am vertikalen Maßstabe. Diese beiden Ablesungen, h am horizontalen und v am vertikalen Maßstabe, charakterisieren die Einstellung des Mikroskopes auf den Kreuzungspunkt der Horizontal- und Vertikallinie und gelten daher für den Ursprung des Koordinatensystems, auf welches die Koordinaten der Bildpunkte bezogen werden. Hat man diese als Fundamentalwerte anzusehenden Größen abgelesen, so werden die aufeinander folgenden, für die Rekonstruktion des Objektes wichtigen Punkte auf den idealen Kreuzungspunkt des Mikroskopes eingestellt, worauf man die Ablesungen a und b an den Maßstäben macht. Die Koordinaten x und y des betreffenden Bildpunktes ergeben sich dann aus den einfachen Gleichungen

$$\left.\begin{array}{l} x = a - h \\ y = b - v \end{array}\right\} \qquad \text{(XVI)}$$

bezüglich ihres Wertes und ihres Zeichens und können für die einzelnen Punkte der Übersichtlichkeit wegen in ein entsprechend eingerichtetes Protokoll eingetragen werden. Zu ihrer Kennzeichnung müssen die einzelnen Punkte im Protokolle mit fortlaufenden Nummern bezeichnet werden, wozu es sich empfiehlt, von dem betreffenden Negative eine Kopie auf Papier

herzustellen und auf dieser die ausgemessenen Bildpunkte durch kleine Kreise mit Schneeblütenweiß oder Zinnober einzuringeln und mit den fortlaufenden Nummern zu versehen.

Auf Grund der so erhaltenen Messungsresultate und der bekannten Konstanten des zur Aufnahme verwendeten Phototheodolites kann dann die rechnerische oder graphische Rekonstruktion des photogrammetrisch festgelegten Terrain- oder Architekturobjektes vorgenommen werden.

VIII. Genauigkeit einer mit den vorstehend beschriebenen Instrumenten ausgeführten photogrammetrischen Aufnahme und Rekonstruktion.

Zufolge der Gleichungen I ist die Lage eines photogrammetrisch bestimmten Detailpunktes durch seine Entfernungen von den beiden Standpunkten der Aufnahme bestimmt. Die zur Auswertung dieser Bestimmungsstücke notwendigen Elemente D, φ_1 und φ_2 werden teils durch den Phototheodoliten unmittelbar, teils aus den Photogrammen mit Verwendung eines Koordinatometers bestimmt und sind als gemessene oder abgeleitete Größen mit bestimmten mittleren Fehlern $\varDelta D$, $\varDelta \varphi_1$ und $\varDelta \varphi_2$ behaftet, welche bewirken, daß die beiden Entfernungen s_1 und s_2 ebenfalls nicht fehlerfrei sind, sondern mit bestimmten mittleren Fehlern $\varDelta s_1$ und $\varDelta s_2$ aus diesen Gleichungen berechnet werden.

Da s_1 und s_2 Funktionen der beobachteten Größen sind, ergeben sich ihre mittleren Fehler nach einer bekannten Formel der Methode der kleinsten Quadrate. Es ist:

$$\left.\begin{aligned} \varDelta s_1 &= \sqrt{\left(\frac{\partial s_1}{\partial D}\cdot\varDelta D\right)^2 + \left(\frac{\partial s_1}{\partial \varphi_1}\cdot\varDelta \varphi_1\right)^2 + \left(\frac{\partial s_1}{\partial \varphi_2}\cdot\varDelta \varphi_2\right)^2} \\ \varDelta s_2 &= \sqrt{\left(\frac{\partial s_2}{\partial D}\cdot\varDelta D\right)^2 + \left(\frac{\partial s_2}{\partial \varphi_1}\cdot\varDelta \varphi_1\right)^2 + \left(\frac{\partial s_2}{\partial \varphi_2}\cdot\varDelta \varphi_2\right)^2} \end{aligned}\right\} . \qquad \text{(XVII)}$$

Durch Differentiation der Gleichung I nach den Variablen D, φ_1 und φ_2 erhält man:

$$\left.\begin{aligned} &\frac{\partial s_1}{\partial D} = \frac{s_1}{D}; && \frac{\partial s_2}{\partial D} = \frac{s_2}{D} \\ &\frac{\partial s_1}{\partial \varphi_1} = \frac{s_1}{tg(\varphi_1 - \varphi_2)}; && \frac{\partial s_2}{\partial \varphi_1} = \frac{s_2}{\sin\varphi_1}\cdot\frac{\sin\varphi_2}{\sin(\varphi_2 - \varphi_1)} \\ &\frac{\partial s_1}{\partial \varphi_2} = \frac{s_1}{\sin\varphi_2}\cdot\frac{\sin\varphi_1}{\sin(\varphi_1 - \varphi_2)}; && \frac{\partial s_2}{\partial \varphi_2} = \frac{s_2}{tg(\varphi_2 - \varphi_1)} \end{aligned}\right\} , \quad (12)$$

wodurch die obigen Gleichungen die folgende Form annehmen:

$$\left.\begin{aligned} \varDelta s_1 &= \sqrt{\left(\frac{s_1}{D}\cdot\varDelta D\right)^2 + \left(\frac{s_1}{tg(\varphi_1 - \varphi_2)}\cdot\varDelta \varphi_1\right)^2 + \left(\frac{s_1}{\sin\varphi_2}\cdot\frac{s_2}{D}\cdot\varDelta \varphi_2\right)^2} \\ \varDelta s_2 &= \sqrt{\left(\frac{s_2}{D}\cdot\varDelta D\right)^2 + \left(\frac{s_2}{\sin\varphi_1}\cdot\frac{s_1}{D}\cdot\varDelta \varphi_1\right)^2 + \left(\frac{s_2}{tg(\varphi_2 - \varphi_1)}\cdot\varDelta \varphi_2\right)^2} \end{aligned}\right\} . \qquad \text{(XVIII)}$$

Aus diesen Beziehungen ergeben sich unmittelbar die für das Genauigkeitsmaß maßgebenden relativen Fehler der den Detailpunkt festlegenden Strecken s_1 und s_2. Es folgt:

$$\left.\begin{aligned}\frac{\Delta s_1}{s_1} &= \sqrt{\left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \varphi_1}{tg(\varphi_1 - \varphi_2)}\right)^2 + \left(\frac{s_2}{D}\cdot\frac{\Delta \varphi_2}{sin\,\varphi_2}\right)^2}\\ \frac{\Delta s_2}{s_2} &= \sqrt{\left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{s_1}{D}\cdot\frac{\Delta \varphi_1}{sin\,\varphi_1}\right)^2 + \left(\frac{\Delta \varphi_2}{tg(\varphi_2 - \varphi_1)}\right)^2}\end{aligned}\right\} \quad (XIX)$$

Aus diesen Gleichungen ist ersichtlich:

1. Der Einfluß des Fehlers in der gemessenen Distanz ist für alle Detailpunkte der photogrammetrischen Aufnahme der gleiche, da er bei allen nur in Verbindung mit der für eine Aufnahme konstanten Basis D erscheint.

2. Der mittlere Fehler in den Seiten s_1 und s_2 hängt von dem Werte $tg\,(\varphi_1 - \varphi_2) = -\,tg\left\{180^0 - (\varphi_1 - \varphi_2)\right\}$ ab. Da aber $(\varphi_1 - \varphi_2) - 180^0$ der Winkel ε ist, unter welchem sich die beiden Strecken s_1 und s_2 in dem Punkte P schneiden, folgt, daß die Genauigkeit der photogrammetrischen Festlegung eines Punktes von dem Schnittwinkel der beiden ihn bestimmenden Rayons abhängig ist und mit der Größe dieses Winkels zunimmt. Ist daher ε_0 der kleinste noch zulässige Winkel, so geht der Faktor des Wertes $\Delta \varphi_1^2$, respektive $\Delta \varphi_2^2$ in $\frac{1}{tg^2\,\varepsilon_0}$ über, und die mit diesem Werte berechneten Fehler Δs_1 und Δs_2 stellen die maximalen Fehler in den Seiten vor. Als kleinsten Winkel ε_0, welcher noch brauchbare Resultate liefert, kann ähnlich wie beim Meßtische der Wert von 15^0 angenommen werden, in welchem Falle $\frac{1}{tg^2\,\varepsilon_0} = 13{\cdot}93$ wird. Setzt man also in die Gleichungen XIX für $\frac{1}{tg^2(\varphi_1 - \varphi_2)}$ diese Größe ein, so erhält man den zu befürchtenden Maximalfehler. Gleichzeitig ist aus den vorstehenden Erörterungen ersichtlich, daß die Genauigkeit einer photogrammetrischen Aufnahme keine einheitliche ist, sondern wesentlich von der Lage des zu bestimmenden Punktes abhängt.

3. Der Genauigkeitsgrad einer photogrammetrischen Aufnahme hängt endlich auch von den Verhältnissen der Seiten $\frac{s_1}{D}$, beziehungsweise $\frac{s_2}{D}$, sowie von den Winkeln φ_1 und φ_2 selbst ab. Nimmt man wieder den schon nach dem Vorhergehenden als am ungünstigsten erkannten Fall an, daß sich die beiden Strahlen AP und BP unter dem kleinsten, noch zulässigen Winkel ε_0 schneiden, so ist der geometrische Ort des Punktes P ein Kreis, welcher über der Basis D mit einem Zentriwinkel von $2\,\varepsilon_0$ beschrieben wird (Fig. 15). Es ist nun jene Lage des Punktes P auf diesem Kreise zu bestimmen, für welche $\frac{s_2}{D}\cdot\frac{1}{sin\,\varphi_2}$, beziehungsweise $\frac{s_1}{D}\cdot\frac{1}{sin\,\varphi_1}$ ein Maximum wird, da dieser Lage der Maximalfehler von s_1, respektive s_2 entspricht. Aus der Figur erhält man zunächst:

$$r = \frac{D}{2 \sin \varepsilon_0} \text{ und}$$

$$s_2 = 2\, r \,.\, \cos(\varphi_2 + \varepsilon_0 - 90^0) = D \left\{ \sin \varphi_2 \cot g\, \varepsilon_0 + \cos \varphi_2 \right\}.$$

Setzt man in $\frac{s_2}{D} \cdot \frac{1}{\sin \varphi_2}$ für s_2 den vorstehenden Wert ein, so erhält man den obigen Ausdruck als Funktion von φ_2 dargestellt; es ist daher:

$$f(\varphi_2) = \frac{s_2}{D} \cdot \frac{1}{\sin \varphi_2} = \cot g\, \varepsilon_0 + \cot g\, \varphi_2 \qquad (13)$$

Diese Gleichung zeigt ohne weiteres, daß die Ausdrücke $\frac{s_2}{D} \cdot \frac{1}{\sin \varphi_2}$ und

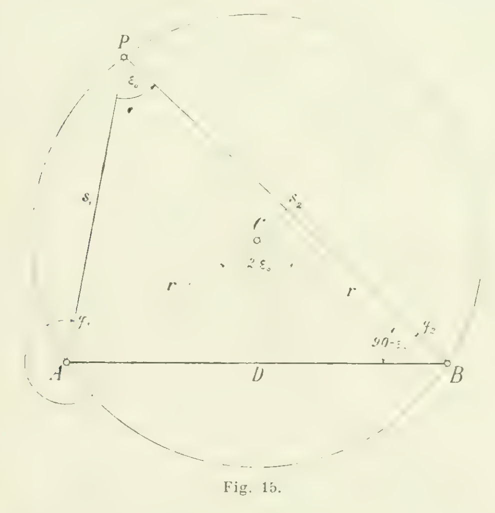


Fig. 15.

ebenso $\frac{s_1}{D} \cdot \frac{1}{\sin \varphi_1}$ mit abnehmenden Winkeln φ_1 und φ_2 zunehmen und für die Werte $\varphi_1 = 0$ oder $\varphi_2 = 0$ unendlich groß werden, d. h. es dürfen auch die Winkel φ_1 und φ_2 nicht unter ein bestimmtes Maß herabsinken, wenn die Genauigkeit der Konstruktion für die Zwecke der Praxis noch genügen soll. Es ist daher auch hier erforderlich, für die Winkel φ_1 und φ_2 eine bestimmte untere Grenze festzustellen. Die Bestimmung dieses Grenzwertes kann im allgemeinen auf zweierlei Art erfolgen, und zwar entweder dadurch, daß man einen bestimmten gewünschten Genauigkeitsgrad für die Seiten s_1 und s_2 von vornherein annimmt und nach Einsetzung des für die gewählte Art der Basisbestimmung giltigen relativen Fehlers und für den früher definierten ungünstigsten Schnitt dieser Strahlen den Winkel φ_1, respektive φ_2 mit den durch das Instrument gegebenen Fehlern $\Delta\varphi_1$ und $\Delta\varphi_2$ aus den Gleichungen XVIII und XIX berechnet, oder daß man für die Winkel φ_1

und φ_2 jene Werte als Grenzen einführt, welche bei der Konstruktion gerade noch günstige Schnitte ergeben. Nimmt man für diese Winkel den Grenzwert von 15° an, so erhält die obige Funktion den Wert

$$f(\varphi) = 2\ cotg\ 15^0 = 7{\cdot}46,$$

so daß also der Koeffizient des dritten Gliedes unter der Wurzel den Wert 55·65 erhält. Mit diesen als Maximalwerte giltigen Größen nehmen die Gleichungen XIX, die den allgemeinen Fehler in der auf photogrammetrischem Wege bestimmten Lage eines Punktes darstellen, die Form

$$\left(\frac{\Delta s}{s}\right)_{max.} = \sqrt{\left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + 14\, \Delta\varphi_1^{\,2} + 56\, \Delta\varphi_2^{\,2}} \qquad (14)$$

an. Da der durch diese Gleichung gegebene relative Fehler dem ungünstigsten Falle entspricht und deswegen auch ein Maximalwert ist, müssen in diese Gleichungen für $\Delta\varphi_1$ und $\Delta\varphi_2$ ebenfalls die maximalen Werte eingesetzt werden; φ_1 und φ_2 werden nun auf dieselbe Art und Weise mit dem gleichen Instrumente bestimmt. Man kann deshalb annehmen, daß diese Maximalwerte bei gleicher Sorgfalt in der Bestimmung der Winkel einander gleich sind. Setzt man daher $\Delta\varphi_1 = \Delta\varphi_2 = \Delta\varphi$, so erhält man als Maximalfehler der horizontalen Distanzen s_1 und s_2

$$\left(\frac{\Delta s}{s}\right)_{max.} = \sqrt{\left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + 70\, \Delta\varphi^2}. \qquad (XX)$$

Neben der horizontalen Projektion ist jedoch auch die Bestimmung des Höhenunterschiedes H des festzulegenden Detailpunktes gegen die eine oder die andere Station notwendig. Diese erfolgt nach der Gleichung

$$H = s\,.\,tg\,h, \qquad (15)$$

wenn s und h die schon früher angegebene Bedeutung haben. Ihr mittlerer Fehler wird daher

$$\Delta H = \sqrt{\left(\frac{\partial H}{\partial s}\,.\,\Delta s\right)^2 + \left(\frac{\partial H}{\partial h}\,.\,\Delta h\right)^2}. \qquad (16)$$

Differenziert man die Gleichung 15 nach s und h, so erhält man

$$\frac{\partial H}{\partial s} = tg h \text{ und } \frac{\partial H}{\partial h} = \frac{s}{cos^2 h}\,.\,\Delta h.$$

Setzt man diese Werte in die Gleichung 16 ein, so ergibt sich

$$\Delta H = \sqrt{\left(tg\,h\,.\,\Delta s\right)^2 + \left(\frac{s}{cos^2 h}\,.\,\Delta h\right)^2}.$$

Da für die Genauigkeit der Höhenbestimmung nicht der absolute Fehler in dieser Höhe, sondern das Verhältnis $\frac{\Delta H}{s}$, also der Fehler des Höhenunterschiedes für die Längeneinheit der Distanz maßgebend ist, erhält man für denselben:

$$\Delta\eta = \frac{\Delta H}{s} = \sqrt{\left(tg\,h\,\frac{\Delta s}{s}\right)^2 + \left(\frac{\Delta h}{cos^2 h}\right)^2} \qquad (XXI)$$

Führt man in diesen Ausdruck den aus Gleichung XIX berechneten Wert für $\frac{\Delta s}{s}$ ein, so kann man für einen speziellen Fall den Fehler $\Delta\eta$

berechnen, also den Genauigkeitsgrad der Höhenbestimmung angeben. Aus der obigen Gleichung ist ersichtlich, daß die Genauigkeit der Höhenbestimmung mit zunehmendem Höhenwinkel abnimmt, da sowohl $tg\,h$, als auch $\frac{1}{cos^2 h}$ mit wachsendem Argumente h größer werden und sich infolgedessen der Fehler $\varDelta\eta$ dementsprechend vergrößert.

Um für den Fehler $\varDelta\eta$ den Maximalwert zu erhalten, ist es daher nur notwendig, den größten Höhenwinkel h, welcher mit dem Instrumente noch bewältigt werden kann, in die obige Gleichung zu substituieren. Diesen maximalen Höhenwinkel h_0 erhält man, wenn man in die Gleichung IV für den Neigungswinkel i der Bilddistanz den größten Winkel i_0, um welchen die Kamera geneigt werden kann, und für die Ordinate y deren Maximalwert y_0 einsetzt, wobei man überdies annehmen muß, daß sich die Objektivplatte in ihrer höchsten Lage befindet und für den Richtungswinkel α den Wert „Null" annimmt. Unter dieser Voraussetzung erhält man

$$tg\,h_0 = \frac{f \,.\, sin\, i_0 + y_0 \,.\, cos\, i_0}{f \,.\, cos\, i_0 - y_0 \,.\, sin\, i_0}.$$

Für das vorliegende Instrument ist zu setzen: $i_0 = 35^0$, $y_0 = 200\ mm$ und $f = 300\ mm$, so daß man für h_0 den abgerundeten Wert von 70^0 erhält. Da nun $tg\ 70^0 = 2{\cdot}75$ und $\frac{1}{cos^2\, 70^0} = 8{\cdot}55$ ist, ergibt sich als maximaler Wert des Fehlers im Höhenunterschiede

$$(\varDelta\eta)_{max} = 2{\cdot}75 \sqrt{\left(\frac{\varDelta s}{s}\right)^2 + 10\,\varDelta h^2}$$

oder

$$(\varDelta\eta)_{max} = 2{\cdot}75 \sqrt{\left(\frac{\varDelta D}{D}\right)^2 + 70\,.\,\varDelta\varphi^2 + 10\,.\,\varDelta h^2}, \qquad (17)$$

sobald man für $\frac{\varDelta s}{s}$ den durch die Gleichung XX bestimmten Wert einsetzt.

Da sich jedoch der Winkel φ zufolge der Gleichung V aus zwei Teilen zusammensetzt, von denen der eine direkt bestimmt wird, während der andere aus den auf dem Photogramme gemessenen Koordinaten berechnet wird, hat man auch im Fehler des Winkels φ die Fehlereinflüsse dieser verschiedenen Bestimmungsmethoden zu trennen und erhält daher, da allgemein $\varDelta\varphi^2 = \varDelta w^2 + \varDelta\alpha^2$ ist, die Gleichungen:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{\varDelta s_1}{s_1} &= \sqrt{\left(\frac{\varDelta D}{D}\right)^2 + \frac{\varDelta w_1^2 + \varDelta\alpha_1^2}{tg^2(\varphi_1 - \varphi_2)} + \left(\frac{s_2}{D}\right)^2 . \frac{\varDelta w_2^2 + \varDelta\alpha_2^2}{sin^2\varphi_2}} \\
\frac{\varDelta s_2}{s_2} &= \sqrt{\left(\frac{\varDelta D}{D}\right)^2 + \left(\frac{s_1}{D}\right)^2 . \frac{\varDelta w_1^2 + \varDelta\alpha_1^2}{sin^2\varphi_1} + \frac{\varDelta w_2^2 + \varDelta\alpha_2^2}{tg^2(\varphi_2 - \varphi_1)}} \\
\varDelta\eta_1 &= tg\,h_1 . \sqrt{\left(\frac{\varDelta s_1}{s_1}\right)^2 + \left(\frac{2\,.\,\varDelta h_1}{sin\,2\,h_1}\right)^2} \\
\varDelta\eta_2 &= tg\,h_2 . \sqrt{\left(\frac{\varDelta s_2}{s_2}\right)^2 + \left(\frac{2\,.\,\varDelta h_2}{sin\,2\,h_2}\right)^2}
\end{aligned}\right\}, \text{(XXII)}$$

aus denen die relativen Fehler der Seiten $\frac{\Delta s_1}{s_1}$ und $\frac{\Delta s_2}{s_2}$, sowie die Fehler der aus den Gleichungen $H_1 = s_1 . tg\, h_1$ und $H_2 = s_2 . tg\, h_2$ berechneten Höhenunterschiede für jeden einzelnen Punkt des aufgenommenen Objektes bestimmt werden können, sowie die Relationen

$$\left.\begin{aligned} \left(\frac{\Delta s}{s}\right)_{max.} &= \sqrt{\left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 + 70 . \Delta w^2 + 70 . \Delta \alpha^2} \\ (\Delta \eta)_{max.} &= 2 \cdot 75 \sqrt{\left(\frac{\Delta D}{D}\right)^2 - 70 . \Delta w^2 + 70 . \Delta \alpha^2 - 10 . \Delta h^2} \end{aligned}\right\} . \quad \text{(XXIII)}$$

welche die maximal zu befürchtenden Werte dieser Fehler ergeben.

1. Relativer Fehler der Basis.

Der relative Fehler der Grundlinie $\frac{\Delta D}{D}$ hängt einzig und allein von der zu ihrer Bestimmung gewählten Methode und den dazu benützten Instrumenten ab. Die Bestimmung der Basislänge kann im allgemeinen durch direkte Messung der Grundlinie mittels Meßlatten oder Meßbändern, durch die indirekte, respektive tachymetrische Distanzmessung und endlich auf trigonometrischem Wege aus anderen ihrer Lage nach bekannten Punkten erfolgen. Durch die erste und die letzte dieser Methoden ist es bestimmt möglich, die Basis mit einem relativen Fehler $\frac{\Delta D}{D} = \frac{1}{2000}$ zu bestimmen und es wird sich aus den späteren Erörterungen zeigen, daß diese Genauigkeit vollkommen genügt. Man wird daher die Länge der Basis im allgemeinen entweder durch die direkte Messung derselben mit einem Meßbande aus Stahl, oder aber, falls eine solche direkte Längenmessung nicht möglich sein sollte, auf trigonometrischem Wege durch eine kleine selbständige Triangulierung ermitteln. Ist keine dieser Methoden anwendbar oder gibt man sich mit einer geringeren Genauigkeit zufrieden, so kann die Messung der Basis auf indirektem (optischem) Wege erfolgen, für welchen Fall man bei sorgfältiger, mit einem Schraubenmikrometer ausgeführten Messung $\frac{\Delta D}{D} = \frac{1}{1000}$ zu setzen hat.

Da jedoch die Rekonstruktion einer photogrammetrischen Aufnahme gewöhnlich graphisch erfolgt, hat man noch in Rücksicht zu ziehen, daß der bei der Auftragung der Basis auf dem Papiere unvermeidlich auftretende Fehler der Auftragung selbst den Fehler der Messung der Basis nicht überschreitet, da sonst die Genauigkeit der ganzen Rekonstruktion gegenüber dem berechneten Werte derselben herabgemindert wird. Mit Rücksicht auf diese Bemerkung darf die Länge der Basis nicht unter ein bestimmtes Minimum herabsinken, dessen Größen sich, wie folgt, berechnet. Auf dem Papiere ist es möglich, mit einem Auftragapparate die Auftragung einer Strecke bis auf die Größe $\varepsilon\sqrt{2}$ auszuführen, wenn ε jene Größe ist, bis auf welche eine mit dem Auftrageapparat gezogene Marke sicher ist. Ist $1 : n$ der Maßstab der Rekonstruktion, so entspricht dem Fehler der Strecke auf dem Papiere die Größe

$n.\varepsilon.\sqrt{2}$ und dieser Fehler darf nicht größer sein als der tausendste, beziehungsweise zweitausendste Teil der auf dem Felde gemessenen Basis. Man kann daher aus der Gleichung:

$$n.\varepsilon.\sqrt{2} = \frac{D_0}{m}$$

die kleinste Distanz D_0 berechnen, wenn m die die verlangte Genauigkeit charakterisierende Zahl ist. Man erhält

$$D_0 = m.n.\varepsilon.\sqrt{2}; \qquad (18)$$

für $m = 1000$, $n = 100$ und $\varepsilon = 0{\cdot}05$ *mm*, erhält man $D_0 = 7$ *m*; setzt man dagegen $m = 2000$, während man die übrigen Werte unverändert läßt, so folgt $D_0 = 14$ *m*. Wenn daher die Rekonstruktion im Maßstabe 1:100 ausgeführt werden soll, so darf bei optischer Messung ihrer Länge dieselbe nicht kleiner als 7 *m*, bei direkter Messung oder trigonometrischer Bestimmung nicht kleiner als 14 *m* sein. Für andere Verjüngungsverhältnisse der Rekonstruktion vergrößert sich D_0 proportional der Zahl n.

2. Fehler des Orientierungswinkels der Bilddistanz.

Da der Orientierungswinkel w der Bilddistanz gegen die Grundlinie auf gewöhnlichem geodätischen Wege gemessen wird, ergibt sich sein mittlerer Fehler Δw nach der bekannten Formel

$$\Delta w = \sqrt{2\left(\alpha^2 + \frac{\beta^2}{2}\right) + \gamma^2} \qquad \text{(XXIV)}$$

wenn α die Größe des Visurfehlers und β diejenige des Ablesefehlers vorstellt, wenn ferner γ den durch die Instrumental- und Aufstellungsfehler bedingten Einfluß auf die Größe des Winkels w bedeutet und die Ablesung beider Nonien erfolgt.

Der Visurfehler ist nach Stampfer durch die Beziehung

$$\alpha'' = \frac{\varrho''}{v} \qquad (19)$$

gegeben, wobei unter ϱ eine Konstante und unter v die Vergrößerung des durch das Kamaraobjektiv und das in der Mattscheibe eingesetzte Okular gebildeten Fernrohres verstanden wird. Nimmt man für $\varrho'' = 30''$ an, wie dies durch Versuche hervorragender Fachmänner bestimmt wurde, und setzt man für das Fernrohr des vorstehend beschriebenen Theodolites $v = 34$, so ergibt sich $\alpha \doteq 1''$.

Ebenso einfach ist die Ermittlung des Ablesefehlers β, da derselbe der halben Angabe der Horizontalkreis-Nonien entspricht, im vorliegenden Falle also mit $30''$ einzusetzen ist.

Was den dritten Elementarfehler γ anbelangt, so wird derselbe durch die Instrumental- und Aufstellungsfehler bedingt, unter welchen man den Neigungswinkel der horizontal gestellten Kameraachse gegen den wirklichen Horizont, die Neigung der Alhidadenachse gegen die Lotlinie und den nach

der Rektifikation noch übrigbleibenden Kollimationsfehler versteht. Die ersten beiden Fehler hängen wesentlich von der Güte der Rektifikation der Reiterlibelle ab und sind, wenn diese Rektifikation mit aller Sorgfalt und bis zur vollständigen Übereinstimmung durchgeführt wurde, und wenn man zur Aufstellung des Instrumentes diese scharf rektifizierte Reiterlibelle verwendet, so klein, daß ihr Einfluß auf den gemessenen Winkel als verschwindend gegenüber dem Ablesefehler des Horizontalkreises angesehen werden kann. Sehr gefährlich ist der Einfluß des übrigbleibenden Kollimationsfehlers auf den gemessenen Richtungswinkel der Bilddistanz. Während nämlich bei einem gewöhnlichen Theodoliten dieser Kollimationsfehler dadurch auf einfache Weise eliminiert werden kann, daß man die Winkel in zwei Lagen der Visierebene (Kreis links und Kreis rechts) mißt, ist diese Methode der Elimination bei einem Phototheodoliten nicht möglich, da die Kamera nicht durchgeschlagen werden kann. Wenn man daher mit einem Phototheodolite Resultate von entsprechender Genauigkeit erhalten will, so muß das Instrument bezüglich des Kollimationsfehlers mit aller Schärfe korrigiert werden, in welchem Falle dann der Einfluß desselben auf den gemessenen Winkel natürlich ebenfalls verschwindet.

Wird daher vor der Ausführung der photogrammetrischen Aufnahme der Phototheodolit mit Sorgfalt rektifiziert, wählt man ferner als Stationspunkte nur solche Punkte, die eine sichere und solide Aufstellung des Instrumentes gestatten und führt man die Horizontalstellung des Instrumentes mit der genau rektifizierten Reiterlibelle aus, so kann der Elementarfehler γ gegenüber dem bei Einhaltung dieser Forderungen bedeutend größeren Ablesefehler vernachlässigt werden. Da auch der Visurfehler, wie aus den umstehend angegebenen numerischen Werten ohne weiteres zu erkennen ist, in seinem Einflusse auf den gemessenen Winkel wegen seiner Kleinheit im Vergleiche mit dem Ablesefehler als belanglos angesehen werden kann, nimmt die Gleichung XXIV die einfache Form

$$\Delta w'' = \beta'' \qquad \text{(XXIV')}$$

an, so daß sich für das beschriebene Instrument $\Delta w'' = 30''$ ergibt. Dieser Wert von Δw ist in die Gleichungen XXII und XXIII im Bogenmaße einzuführen. Führt man diese Umwandlung aus, so ergibt sich für das betreffende Glied im relativen Fehler der Seiten und im Fehler des Höhenunterschiedes pro Längeneinheit der Entfernung der numerische Wert

$$70 \, . \, \Delta w^2 \cdot \left(\frac{1}{822}\right)^2$$

Man sieht aus diesem Werte, daß die Fehler $\frac{\Delta s}{s}$ und $\frac{\Delta h}{s}$ durch den Ablesefehler bei Bestimmung der Richtung der Bilddistanz im Falle einer ungünstigen Lage des festzulegenden Punktes gegen die Grundlinie ganz beträchtlich beeinflußt werden, und daß man daher bei der Wahl der Standpunkte gegen das Objekt mit der schon früher erwähnten Vorsicht zu Werke gehen muß.

3. Mittlerer Fehler des aus dem Photogramme bestimmten Winkels α.

Zufolge der Gleichung III erfolgt die Bestimmung des Winkels α aus der bekannten Bilddistanz f, dem mit dem Phototheodolite gemessenen Neigungswinkel i der Bildebene und den auf dem erhaltenen Photogramme gemessenen Koordinaten x und y. Sind daher Δf, Δi, Δx und Δy die mittleren Fehler dieser zur Bestimmung des Winkels α verwendeten Größen, so erhält man nach den Grundprinzipien der Methode der kleinsten Quadrate den mittleren Fehler $\Delta\alpha$ aus der Gleichung

$$\widehat{\Delta\alpha} = \sqrt{\left(\frac{\partial\alpha}{\partial f}\cdot\Delta f\right)^2 + \left(\frac{\partial\alpha}{\partial i}\cdot\Delta i\right)^2 + \left(\frac{\partial\alpha}{\partial x}\cdot\Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial\alpha}{\partial y}\cdot\Delta y\right)^2}\,; \quad \text{(XXV)}$$

für die als Koeffizienten der mittleren Fehler Δf, Δi, Δx und Δy auftretenden partiellen Differentialquotienten erhält man durch Differentiation der Gleichung III die Werte:

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial\alpha}{\partial f} &= -\frac{x\,.\cos i}{(f\,.\cos i - y\,.\sin i)^2}\,.\cos^2\alpha; & \frac{\partial\alpha}{\partial i} &= -\frac{x\,.(f\,.\sin i + y\,.\cos i)}{(f\,.\cos i - y\,.\sin i)^2}\,.\cos^2\alpha \\ \frac{\partial\alpha}{\partial x} &= \frac{\cos^2\alpha}{f\,.\cos i - y\,.\sin i}; & \frac{\partial\alpha}{\partial y} &= +\frac{x\,.\sin i}{(f\,.\cos i - y\,.\sin i)^2}\,.\cos^2\alpha \end{aligned}\right\} \quad (29)$$

Setzt man diese Werte in die obige Gleichung ein, so ergibt sich:

$$\widehat{\Delta\alpha} = \frac{\cos^2\alpha}{(f.\cos i - y.\sin i)^2}\,.\sqrt{x^2.\cos^2 i\,.\,\Delta f^2 + x^2(f.\sin i + y.\cos i)^2.\,\Delta i^2 + (f.\cos i - y.\sin i)^2.\,\Delta x^2 + x^2.\sin^2 i\,.\,\Delta y^2}.$$

Da nun

$$\frac{1}{f.\cos i - y.\sin i} = \frac{tg\,\alpha}{x} = \frac{\sin\alpha}{x\,.\cos\alpha} \text{ ist,}$$

folgt

$$\widehat{\Delta\alpha} = \frac{\sin^2\alpha}{x^2}\,.\sqrt{x^2.\cos^2 i\,.\,\Delta f^2 + x^2\,(f.\sin i + y.\cos i)^2.\,\Delta i^2 + (f.\cos i - y.\sin i)^2.\,\Delta x^2 + x^2.\sin^2 i\,.\,\Delta y^2}.$$

Setzt man der Einfachheit halber $f.\sin i + y\,.\cos i = p$, so erhält man für die Bestimmung des Fehlers in dem Winkel α die Gleichung

$$\widehat{\Delta\alpha} = \frac{\sin^2\alpha}{x}\sqrt{\cos^2 i\,.\,\Delta f^2 + p^2\,.\,\Delta i^2 + cotg^2\alpha\,.\,\Delta x^2 + \sin^2 i\,.\,\Delta y^2}. \quad \text{(XXVI)}$$

Aus dieser Gleichung ist man bei Kenntnis der Elementarfehler Δf, Δi, Δx und Δy imstande, für jeden beliebigen Punkt der Aufnahme, dessen Bildpunkt durch die Koordinaten x und y bestimmt ist, den Fehler des aus der Gleichung III berechneten Winkels α zu bestimmen.

Was nun diese Elementarfehler Δf, Δi, Δx und Δy anbelangt, so hängen sie einerseits von der Konstruktion und Wirkungsweise des Phototheodolites und anderseits von der Genauigkeit ab, mit welcher die Koordinaten x und y auf dem Photogramme gemessen werden können.

Der mittlere Fehler Δf der Bilddistanz f wird unmittelbar bei der Bestimmung dieser Bilddistanz erhalten und ist daher ohne weiteres als

bekannt vorauszusetzen. Für den vorstehend beschriebenen, neuen Phototheodoliten beträgt dieser Fehler, wie sich aus den angeführten Beobachtungen ergibt, 0·124 *mm*.

Der Fehler Δi ist die mittlere Abweichung des abgelesenen oder eingestellten Höhenwinkels der Bilddistanz, beziehungsweise des Neigungswinkels der Bildebene und als solcher — bei genau rektifiziertem Instrument — der halben Angabe des Nonius des Vertikalbogens gleichzusetzen. In vorliegendem Falle ist diese Angabe $1' = 60''$, so daß $\Delta i'' = 30''$ und infolgedessen $\widehat{\Delta i} = \frac{30''}{206265''} = 0{\cdot}0001454$ in die Gleichung XXVI einzuführen ist.

Die Fehler Δx und Δy in den Koordinaten x und y hängen der Hauptsache nach von der Art und Weise der Messung dieser Koordinaten, beziehungsweise der Leistungsfähigkeit der dazu benutzten Instrumente und Apparate ab. Wird daher der früher beschriebene Photokoordinatometer zur Messung dieser Koordinaten verwendet, so ist es für die Angabe der Genauigkeitsverhältnisse der Resultate notwendig, die Leistungsfähigkeit dieses Instrumentes und die Fehlerquellen, welche die Richtigkeit der Messungsergebnisse beeinflussen, kennen zu lernen.

Die Messung der Bildkoordinaten erfolgt dadurch, daß das Mikroskop des Koordinatometers nacheinander auf die einzelnen auszumessenden Punkte eingestellt und hierauf die Ablesung an dem betreffenden Maßstabe gemacht wird. Diese Operation ist identisch mit einer Visur und daher das Resultat der Ablesung mit einem Fehler behaftet, welcher sich auf ähnliche Weise wie der Fehler einer durch eine Ablesung festgelegten Richtung berechnet. Bezeichnet man daher den bei der Einstellung des Mikroskopes auf einen bestimmten Bildpunkt auftretenden Einstellungsfehler mit α, den bei der Ablesung des Maßstabes begangenen Fehler mit β, so ist der gesamte Fehler ε in der durch die Einstellung und die Ablesung festgelegten Stellung der Platte nach der Methode der kleinsten Quadrate durch die Gleichung

$$\varepsilon = \sqrt{\alpha^2 + \beta^2} \qquad (21)$$

bestimmt. Der Einstellungsfehler α kann ebenso wie der Visurfehler eines Fernrohres mit $\alpha'' = \frac{30''}{v}$ angenommen werden, wenn mit v die Vergrößerung des Fernrohres bezeichnet wird, wobei jedoch zu beachten ist, daß der Fehler α durch die vorstehende Beziehung im Sekundenmaße gegeben ist, also die Abweichung der Visierlinie des Mikroskopes von ihrer richtigen Lage angibt. Dieser Abweichung α'' der Visierlinie entspricht ein linearer Einstellungsfehler α auf der Platte, welcher sich bei Kenntnis der Entfernung d der Platte von dem ersten Hauptpunkte des Mikroskopobjektives in einfacher Weise berechnen läßt; es folgt

$$\alpha = \frac{d}{v} \cdot \frac{30''}{206.265''} \qquad (22)$$

Für das vorhergehend beschriebene Photokoordinatometer ist $v = 10$ und $d = 50$ *mm*, so daß sich für dasselbe der lineare Einstellungsfehler α mit rund 0·7 μ ergibt.

Die Ablesungen an den Maßstäben werden mit einem Nonius ausgeführt, dessen Angabe $a = 0{\cdot}02$ *mm* beträgt. Man kann daher den Ablesefehler bei Ermittlung einer Koordinate mit

$$\beta = \frac{a}{2} = 0{\cdot}01 \ mm \qquad (23)$$

annehmen. Aus dem Vergleiche des Einstellungsfehlers α mit dem Ablesefehler β ist ersichtlich, daß der letztere den ersteren an Größe bedeutend überwiegt und daher für die Genauigkeit der Einstellung eigentlich einzig und allein maßgebend ist, so daß bei der Berechnung des gesamten Fehlers ε die Vernachlässigung des Visurfehlers α statthaft ist. Es ergibt sich durch diese Vernachlässigung $\varepsilon = \beta = \pm 0{\cdot}01$ *mm*. Allerdings sind für die Genauigkeit der Einstellung des Mikroskopes auf einen bestimmten Bildpunkt außer den genannten Faktoren auch noch andere Momente — Beleuchtung der Platte, Schärfe des Bildpunktes, Auffassungsfähigkeit des Beobachters usw. — maßgebend, doch können dieselben, weil außerhalb der Kalkulation liegend, nicht in Rechnung gezogen werden; doch wird der Einfluß dieser Momente keineswegs ein so großer sein, daß er die oben angegebene Größe wesentlich verändert. Praktische Versuche, welche diesbezüglich mit dem Instrumente angestellt wurden, haben folgendes Resultat ergeben:

1. Einstellung auf das Bild einer im Terrain aufgestellten Zielscheibe: mittlerer Einstellungsfehler 0·007 *mm*.

2. Einstellung auf das Bild eines weiter nicht bezeichneten Terrainpunktes (Parzelleneckpnnkt, ziemlich deutlich ausgeprägt), mittlerer Einstellungsfehler 0·012 *mm*.

3. Einstellung auf das Bild des Fenstereckpunktes einer Fassade: mittlerer Einstellungsfehler 0·005 *mm*.

Aus diesen Resultaten, welche aus den Beobachtungen mehrerer Personen und bei verschiedenen Beleuchtungen erhalten wurden, ist zu ersehen, daß der auf praktischem Wege sich ergebende Einstellungsfehler mit dem durch die Theorie gelieferten Werte desselben identisch ist, und daß daher der letztere den weiteren Ausführungen zugrunde gelegt werden kann. Die Messung einer Koordinate erfolgt nun bekanntlich dadurch, daß das Mikroskop zuerst auf eine die Koordinatenachse markierende Marke und dann auf den betreffenden Bildpunkt eingestellt wird, worauf jedesmal die Ablesungen ausgeführt werden. Es tritt daher der oben erwähnte Fehler ε bei der Messung einer Koordinate zweimal auf und es ist daher ihr wahrscheinlichster Fehler Δk durch die Relation

$$\Delta k = \varepsilon \,.\, \sqrt{2} = \beta \,.\, \sqrt{2} = \pm 0{\cdot}014 \ mm \qquad (24)$$

gegeben. Da Abszisse und Ordinate auf dieselbe Weise gemessen werden, kann man $\Delta x = \Delta y = \Delta k$ setzen, so daß auch diese Fehler als bekannt angenommen werden können.

Eine unrichtige Messung der Koordinaten könnte ferner dadurch entstehen, daß die Bewegungsrichtungen des Kreuzschlittens zu den Achsen, auf welche sich die Koordinaten beziehen, nicht genau parallel sind, sondern die Platte um einen Winkel δ gegen ihre richtige Lage verdreht ist. Durch

eine solche Verschwenkung werden die Koordinaten auf ein um den Winkel δ verschwenktes Koordinatensystem transformiert und es wären die richtigen Koordinaten aus den gemessenen Werten derselben nach den bekannten Formeln der analytischen Geometrie zu berechnen; da die Orientierung der Platte jedoch nur mit der Verwendung der Einstellung des Mikroskopes auf die Marken der Platte erfolgt, diese Einstellung aber, wie früher gezeigt wurde, mit einem ganz bedeutenden Genauigkeitsgrade ausgeführt werden kann, ist es statthaft, nach entsprechender Justierung der Platte von diesem Verschwenkungsfehler vollkommen abzusehen und die gemessenen Koordinaten auch als ihre wahren Werte anzusehen.

Setzt man die durch die vorhergehenden Erörterungen bestimmten Elementarfehler Δf, Δi, Δx und Δy in die Gleichung XXVI ein, so ergibt sich nach entsprechender Reduktion der besonderen Zahlen

$$\widehat{\Delta\alpha} = \frac{30''}{206.265''} \cdot \frac{\sin^2\alpha}{x} \cdot$$

$$\cdot \sqrt{(f . \sin i + y . \cos i)^2 - 730916{\cdot}4 \cos^2 i - 9317{\cdot}1 (\cot g^2 \alpha - \sin^2 i)} \qquad \text{(XXVII)}$$

Aus dieser Gleichung kann nun der Fehler, welcher für einen bestimmten Punkt des aufgenommenen Objektes in dem Horizontalwinkel α zu befürchten ist, berechnet werden, sobald man die in der Gleichung vorkommenden, die Lage der Platte und des Bildpunktes charakterisierenden Größen mit ihren Werten einsetzt. Ist z. B. die Aufnahme mit vertikal gestellter Platte ausgeführt, so nimmt die obige Gleichung durch Einsetzung des Wertes $i = 0$ und $f = 307{\cdot}9\,mm$ die Form

$$\Delta\alpha'' = \frac{25809}{94802\;x^2} \sqrt{1193{\cdot}2 - x^2} \qquad \text{(XXVII')}$$

an, woraus sich für einen bestimmten Wert der Abszisse x der zugehörige Fehler des Horizontalwinkels α im Winkelmaße ergibt. In der folgenden Tabelle sind für die von 10 zu 10 mm fortschreitenden Werte der Abszissen x die Winkelfehler $\Delta\alpha''$ nach Gleichung XXVII' zusammengestellt, wodurch ein Überblick über das Wachstum dieses Fehlers gegeben ist.

Anmerkung. Bei der Aufstellung der Gleichung XXVII wurde der Einfluß des Fehlers Δi nicht berücksichtigt, da die Vertikalstellung der Bildebene nicht mit Hilfe des Höhenbogens, sondern unmittelbar mit der an der Kamera angebrachten Libelle durchgeführt wird, und bei vorangegangener Rektifikation dieser Libelle der Fehler Δi im Verhältnisse zu den anderen Fehlern als verschwindend klein anzusehen ist.

x mm	$\Delta\alpha$ in Sekunden	x mm	$\Delta\alpha$ in Sekunden	x mm	$\Delta\alpha$ in Sekunden	x mm	$\Delta\alpha$ in Sekunden
0	9	40	15	80	23	120	31
10	10	50	17	90	25	130	33
20	11	60	19	100	27	140	34
30	13	70	21	110	29	150	34

Durch Differentiation der Gleichung XXVII' ergibt sich jener Wert x_0 der Abszisse, für welchen der Fehler im Horizontalwinkel α ein Maximum wird, sowie der Wert dieser größten Unsicherheit. Man erhält:

$$x_0 = 300\,mm \text{ und } \Delta\alpha''_{max} = 44''.$$

Da der Wert der Abszisse infolge des Plattenformates nicht größer als 150 *mm* sein kann, folgt, daß dieser maximale Fehler $\Delta\alpha$ nicht erreicht wird und daß man den größten auftretenden Winkelfehler mit rund 30'' annehmen kann, mit welchem Werte die Ablesegenauigkeit des Horizontalkreises des beschriebenen Instrumentes im Einklange steht.

4. Mittlerer Fehler des aus dem Photogramme bestimmten Höhenwinkels h.

Auch der auf photogrammetrischem Wege bestimmte Höhenwinkel h hängt sowohl von den die Orientierung der Bildebene bestimmenden Elementen, sowie von den auf dem Photogramme gemessenen Koordinaten x und y ab. Es ist daher der Fehler Δh dieses Winkels durch die Gleichung

$$\Delta h = \sqrt{\left(\frac{\partial h}{\partial f} \cdot \Delta f\right)^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial i} \cdot \Delta i\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x} \cdot \Delta x\right)^2 + \left(\frac{\partial h}{\partial y} \cdot \Delta y\right)^2} \quad (25)$$

gegeben. Durch Differentiation der Gleichung IV ergibt sich

$$\left.\begin{aligned} \frac{\partial h}{\partial f} &= \frac{sin\, i \,.\, sin\, \alpha \,.\, cos^2 h}{x} \,.\, \{1 - cos\, \alpha \,.\, tg\, h \,.\, cotg\, i\} \\ \frac{\partial h}{\partial i} &= cos\, \alpha \\ \frac{\partial h}{\partial x} &= -\frac{sin\, 2\, h \,.\, sin^2 \alpha}{2\, x} \\ \frac{\partial h}{\partial y} &= \frac{cos\, i \,.\, sin\, \alpha \,.\, cos^2 h}{x} \,.\, \{1 + cos\, \alpha \,.\, tg\, h \,.\, tg\, i\} \end{aligned}\right\}, \quad (26)$$

so daß sich der mittlere Fehler des Höhenwinkels h im Bogenmaße aus der Gleichung ergibt

$$\widehat{\Delta h} = \frac{sin\, i \,.\, sin\, \alpha \,.\, cos^2 h}{x} \,.\, \sqrt{\begin{aligned} &(1 - cos\, \alpha \,.\, tg\, h \,.\, cotg\, i)^2 \,.\, \Delta f^2 + \left(\frac{x \,.\, cotg\, \alpha}{sin\, i \,.\, cos^2 h}\right)^2 \,.\, \Delta i^2 + \\ &+ \left(\frac{tg\, h \,.\, sin\, \alpha}{sin\, i}\right)^2 \,.\, \Delta x^2 + cotg^2 i \,.\, (1 + tg\, i \,.\, tg\, h \,.\, cos\, \alpha)^2 \,.\, \Delta y^2 \end{aligned}} \quad \text{(XXVIII)},$$

welche nach der Einführung der nach dem früheren bekannten Elementarfehler Δf, Δi, Δx und Δy die Form

$$\widehat{\Delta h} = \frac{30''}{206.265''} \,.\, \frac{sin\, i \,.\, sin\, \alpha \,.\, cos^2 h}{x} \,.$$

$$\sqrt{\left(\frac{x \,.\, cotg\, \alpha}{sin\, i \,.\, cos^2 h}\right)^2 + 730916{\cdot}4\, (1 - cos\, \alpha \,.\, tg\, h \,.\, cotg\, i)^2 + 9317{\cdot}1 \left\{\left(\frac{sin\, \alpha \,.\, tg\, h}{sin\, i}\right)^2 + cotg^2 i \,.\, (1 + cos\, \alpha \,.\, tg\, h \,.\, tg\, i)^2\right\}} \quad \text{(XXIX)}$$

annimmt, so daß für jeden einzelnen Punkt der Aufnahme dieser mittlere Fehler berechenbar ist. Ist die Aufnahme bei vertikaler Lage der Bildebene ausgeführt, der Neigungswinkel i der letzteren also Null, so vereinfacht sich der Ausdruck für Δh und man erhält

$$\Delta h_0'' = \frac{30}{x} \cdot \qquad \text{(XXIX')}$$

$$\cdot \sqrt{x^2 \cdot \cos^2 \alpha + 45682{\cdot}3 \sin^2 2\alpha \cdot \sin^2 2h - 2329{\cdot}3 \sin^2 \alpha \cdot (\sin^2 \alpha \cdot \sin^2 2h - 4 \cos^4 h)},$$

wobei zu beachten ist, daß auch bei vertikaler Lage der Bildebene der Einfluß des Fehlers Δi nicht weggelassen werden darf, wenn die Vertikalstellung der lichtempfindlichen Platte mit Hilfe des Nonius erfolgt. Die Betrachtung der obigen Gleichung lehrt, daß, wie es auch in der Natur der Sache liegt, der Fehler von der Lage des Bildpunktes auf der Platte, also auch von den beiden Koordinaten x und y des Bildpunktes abhängig ist. Die folgende kleine Tabelle zeigt die Größe dieses Fehlers Δh in Sekunden bei vertikaler Bildebene für die von 5 zu 5 *cm* fortschreitenden Werte der Koordinaten x und y.

y mm / x mm	0	50	100	150
	"	"	"	"
0	31	34	40	48
50	31	33	39	44
100	30	32	37	41
150	28	30	33	37

Durch Verbindung je zweier dieser Werte erhält man die Winkel α und h und mit diesen den zugeordneten Fehler Δh.

Mit den durch die Gleichungen XXVII und XXIX gegebenen Fehlern $\Delta \alpha$ und Δh kann man für jeden beliebigen Punkt der Aufnahme die Fehler Δs_1, Δs_2 und $\Delta \eta$ berechnen und auf diese Weise alle auf die Genauigkeit der auf photogrammetrischem Wege bestimmten, für das aufgenommene Objekt charakteristischen Detailpunkte bezugnehmenden Fragen lösen.

Conseils pratiques de Photo-topographie aérienne.

Par J. Th. Saconney, capitaine de génie à Paris

Ces notes que nous présentons sous forme de conseils pratiques, résultent d'une série d'expériences personelles commencées en 1904. Ces expériences nous ont conduit à la réalisation d'un procédé de *photographie aérienne* [1]) et à la création d'une *méthode rapide et simple d'utilisation des clichés obtenus* pour dresser le plan des régions photographiées.

[1]) L'invention de la photographie par cerfs volants est due à M. A. Batut.

Conditions du problème: Les conditions du problème que nous nous sommes posées, sont les suivantes:

1. Elever un appareil photographique librement dans l'espace;
2. Exécuter des clichés avec l'appareil pointé sur une région déterminée;
3. Reconstituer au moyen de ces clichés le plan du terrain photographié.

Première partie.

Elévation de l'appareil photographique.

Emploi des ballonnets et des cerfs-volants.

L'appareil photographique doit pouvoir être élevé quel que soit le temps; il est donc indispensable d'avoir recours, suivant les conditions atmosphériques, soit aux ballonnets, soit aux cerfs-volants.

Examinons successivement les deux procédés:

Ballonnets.

Deux types de ballonnets sont en présence: le sphérique et le ballon allongé *(Drachen)*.

Quel que soit le type, la force ascensionnelle au départ doit être de 25 *kg* au minimum permettant d'atteindre une altitude de 500 *m*. Ces 25 *kg* se répartissent ainsi: 10 *kg* pour l'appareil et ses accessoires, 10 *kg* pour le câble de retenue, 5 *kg* pour le délestage[1]) correspondant à la variation d'altitude de 500 *m*.

Ballonnet sphérique. — Le ballonnet sphérique ordinaire, quoique fournissant le volume maximum *(force ascensionnelle)* pour le minimum de surface *(poids mort)*, parait impropre à la photographie aérienne. Ce type d'aérostat est en effet incapable de résister au vent sauf à employer des cubes considérables qui nécessitent une trop grande consommation de gaz et entraînent des difficultés de manœuvre hors de proportion avec le but à atteindre. La cause de cette instabilité réside tout entière dans la formation des poches dans lesquelles le vent s'engouffre, provoquant des oscillations et des rabattements brutaux.

Des ballonnets sphériques munis de dispositifs spéciaux peuvent toutefois rendre de bons services: Nous signalons l'aérostat *autodéformateur*[2]) du lieutenant Ranza, du génie italien, où la permanence de la forme est assurée d'une manière originale.

Le ballon (fig. 1) est traversé par la câble qui vient se fixer par l'intermédiaire d'un cône de suspentes intérieures à son pôle supérieur. Une gaine isole le passage du câble et empêche les fuites de gaz. Dès que le vent s'élève, la partie inférieure de l'enveloppe, libre de glisser le long du câble, se soulève sous la poussée de l'air et comprime le gaz contre la partie supérieure maintenue fixe. Ce dispositif s'oppose automatiquement à la formation des poches. Afin d'augmenter la force ascensionelle de cet

[1]) Pour 800 *m* d'altitude un ballon évacue environ $1/10$ de son volume de gaz.

[2]) Ballonnet de 65 m^3 disposant de 50 *kg* de force ascensionnelle et résistant utilement à un vent de 6 à 7 *m*.

appareil, l'inventeur a disposé à la partie inférieure une sorte de parachute excentré qui se gonfle sous l'influence du vent.

Ballonnet „Drachen". — Ce type de ballonnet (fig. 2) répond parfaitement aux opérations de photographie aérienne Il jouit à la fois des propriétés du ballon et de celles du cerf-volant.

En tant que ballon, il peut s'élever en air calme grâce à la légèreté de l'hydrogène dont il est gonflé; en tant que cerf-volant, il prend appui sur le vent grâce à la forme spéciale de son enveloppe, long cylindre légèrement incliné sur l'horizon. La limite de *bonne utilisation* du drachen-ballon de petit cube est un vent de 10 *m.* de vitesse. A partir de cette vitesse, le manœuvre devient pénible par suite de l'augmentation de l'effort

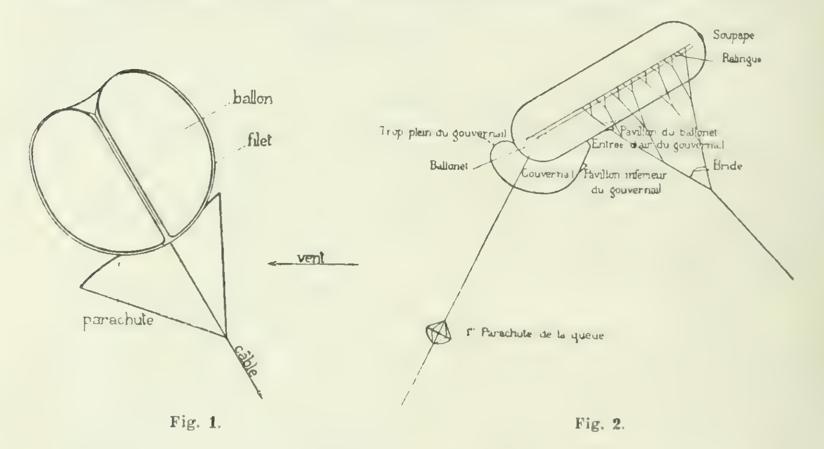


Fig. 1. Fig. 2.

de traction et il y a tout avantage à recourir alors aux cerfs-volants proproment dits d'une manipulation plus simple.

Nous donnons ici les bases d'après lesquelles nous avons fait construire[1]) et gréé le drachen-ballon ayant servi à nos expériences.

Volume. — En employant l'étoffe double caoutchoutée légère, on peut réduire le volume au strict minimum de 70 m^3. Un tel ballon présente les dimensions suivantes: 11 *m* de long sur 3 *m* de diamètre.

Equilibre. — On réalise un équilibre convenable en réduisant au minimum le poids de la partie postérieure de l'enveloppe. L'aérostat gonflé doit s'équilibrer sous un angle de 20 à 30° avec l'horizon. Pour atteindre ce résultat, on doit faire confectionner l'hémisphère postérieur du ballonnet en étoffe simple (le diaphragme restant en étoffe double) et *réduire le diamètre* et la *longueur du gouvernail* de type habituel. Cet appendice peut, en effet, être arrêté au dessous du pôle de l'hémisphère postérieur du ballon, sans que ses qualités ni son rôle soient sensiblement modifiés.

[1]) Ateliers „Surcouf" de Billancourt.

Bridage. — On a une tendance à disposer la bride de retenue du drachen-ballon trop vers l'arrière. C'est à ce défaut qu'il convient d'attribuer les oscillations perpétuelles des appareils habituellement employés. Nous avons réussi à obtenir une stabilité parfaite en reportant le point d'attache de la bride en avant, vis-à-vis le tiers antérieur de la longueur.

Queue. — Les parachutes de queue que l'on met habituellement sur un brin unique seront avantageusement disposés en deux groupes séparées, chaque groupe correspondant à l'un des côtés de l'aérostat.

Manœuvre du ballonnet.

Ballonnet. — Nous avons dit que le ballon cerf-volant ne devait pratiquement être employé que par des vents de vitesse inférieure à 10 *m.* Cette condition étant observée le lancement du ballon ne présente aucune difficulté surtout si l'on a soin d'employer pour la manœuvre près du sol un cordage de rentenue en chanvre facile à maintenir avec les mains.

A partir de 50 *m* d'altitude, on substitue à ce cordage le câble d'acier et l'on suspend au point de jonction l'appareil photographique.

Les câbles employés devront avoir une réstistance à la rupture de 300 *kg* au minimum[1]), (par vent de 10 *m.* la traction du drachen parfaitement équilibré[2]) ne dépasse pas 150 *kg*).

La montée et la descente du ballon s'effectuent au moyen d'un treuil aussi simple et aussi robuste que possible du type ci-contre (fig. 3). Deux hommes doivent pouvoir assurer la manœuvre par vent de 6 *m*, l'équipe est doublée par vent supérieur, les manivelles doivent être calculées en conséquence. Une poulie de renvoi[3]) maintenue par deux aides, ou plus utilement fixée au sol, permet de transformer l'effort *incliné* de traction du câble en effort *horizontal.* Dans ces conditions un simple amarrage à des piquets de retenue suffit pour immobiliser le treuil.

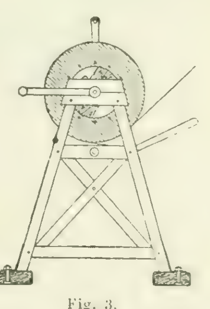


Fig. 3.

Cerfs-volants.

Tout cerf-volant peut en principe servir à la photographie aérienne. Il est toutefois nécessaire de renoncer *a priori* à tout appareil non démontable, de dimensions exagérées et de formes complexes. De plus les cerfs-volants employés doivent pouvoir s'adapter au type d'attelage choisi.

Types de cerfs-volants. — Dans des essais préliminaires, destinés à fixer notre choix nous avons expérimentés les types suivants[4]):

---

[1]) 2 *m m.* de diamètre pesant 15 *kg* les 1000 *m.*

[2]) Incliné entre 20 et 30^0 sur l'horizon.

[3]) Poulie ouvrante.

[4]) Le C.-V. *Conyne* a été importé en France par Bostock en 1904. On se rapelle les réclames élevées au-dessus des Tuileries par des trains de cerfs-volants de ce type

Le C.-V. *Wenz* est dû à M. Wenz, de Reims universellement connu par ses expériences de photographie aérienne.

Le cerf-volant *Conyne* à cellules triangulaires non rigides.

Le cerf-volant *Wenz* à surface plane.

Le cerf-volant *Madiot* à cellules rectangulaires et ailerons horizontaux.

Le cerf-volant *Cody* à cellules rectangulaires et ailerons inclinés.

Le cerf-volant *Lenoir* à cellules à base carrée.

Les expériences ont été effectuées à bord de contretorpilleurs marchant à des vitesses progressives de 6 *m.* à 12 *m.* à la seconde (de 12 à 24 nœuds).

Les mesures dynamométriques ont été exécutées par temps rigoureusement calme, de manière à évaluer avec précision la vitesse de vent artificiel créé par le déplacement du navire.

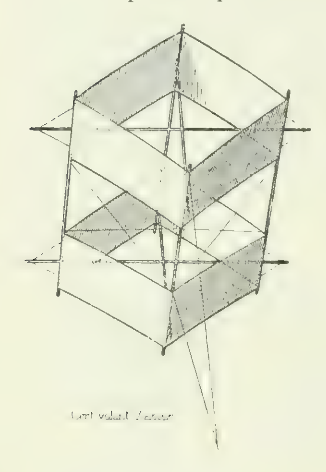


Fig. 4.

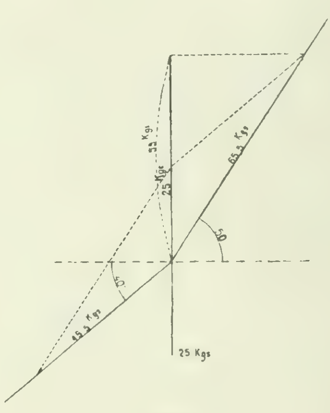


Fig. 5.

Pour des raisons de stabilité, de facilité de démontage et d'encombrement minimum, nous avons donné la préférence aux types „Lenoir" et „Cody".

Surface totale nécessaire. — Les types de cerfs-volants étant choisis, il importe de définir la surface totale maxima nécessaire pour soulever la charge prévue.

Les données sur lesquelles on peut tabler pour établir rapidement l'évaluation de cette surface sont les suivantes:

Par vent de 10 *m.* un cerf-volant, bridé pour planer sous un angle de 15° soulève par m^2 une charge de 3 *kg.* environ.

Le C.-V. *Madiot* (imaginé par le capitaine d'artillerie Madiot) est remarquable par l'originalité de sa conception et l'ingéniosité de sa construction.

Le type *Cody* (fig. 9) que nous employons est dérivé du cerf-volant anglais.

Le C.-V. *Lenoir* (fig. 4) est une transformation du type *Potter*. Le lieutenant Lenoir des aérostiers qui en est l'auteur a reussi à créer un appareil des plus remarquables pour sa robustesse et sa simplicité de montage.

Si le cerf-volant a une densité de 0·7 (c'est-à-dire pèse 700 *g* par 1 m^2 de surface portante) le câble se tend en faisant un angle de 57° (avec l'horizon).

Dans ces conditions on peut calculer graphiquement (fig. 5) la traction de câble necessaire pour élever la surcharge de 25 *kg* (câble et appareil) sous un angle détermininé. On prendra 40° pour valeur de cet angle. Cette valeur correspond au maximum pratiquement réalisable[1])

La décomposition de la force verticale de 25 *kg* suivant deux directions faisant avec l'horizon des angles de 57° et 40° donne des efforts de traction respectivement égaux à 65·5 *kg* et 46·5 *kg*.

La traction de 65·5 *kg* représente l'effort des cerf-volants sur le câble incliné à 57° et sa composante verticale égale à 55 *kg* leur puissance de soulèvement. Or, chaque mètre carré soulevant 3 *kg* la surface totale qui permettra de réaliser cette puissance, sera égale à 18·33 m^2.

Cette surface sera répartie en plusieurs cerfs-volants que l'on groupera en train comme il sera dit plus loin.

Les conditions de facilité de manœuvres conduisent à limiter à 5 m^2 la surface maximum de chaque appareil.

Cette surface est celle de cerfs-volants ayant les dimensions suivantes:

Cerf-volant type Lenoir. — Hauteur totale du cerf-volant debout 3 *m*. Cellules. Base carrée de 1·20 *m* de côté. Profondeur 0·80 *m*.

Pour le type Cody. — Hauteur totale du cerf-volant debout, 2·10 *m*.

Cellules rectangulaires de . . . . 1·40 × 70 *m*

Largeur des toiles . . . . 0·70 *m*

Longueur des diagonales correspondant aux ailerons, 3 *m*.

Trains de cerfs-volants. — Plusieurs cerfs-volants groupés en „train" fournissent un effort de soulèvement à peu près constant et cela en raison de la non simultanéité des efforts essentiellement variables du vent sur chacun d'eux.

Un cerf-volant unique, de grande surface, capable d'élever à lui seul la même charge que le groupement subit directement toutes les variations du vent, variations qui se traduisent immédiatement par un abaissement ou une élévation de la surcharge suspendue au câble.

Il convient donc, *a priori*, de renoncer pour la photographie aérienne au cerf-volant unique qui rendrait par trop incertaine la stabilité de l'appareil photographique.

Divers types de „trains". — Les *trains* ou *attelages* sont de divers types (fig. 6):

Premier type. — Les cerfs-volants sont lancés séparément avec des brins de retenue de longueur différente, puis les extrémités des brins sont réunies au bout d'un même câble.

Il est évident que, dans un tel système, les cerfs-volants, qui ont une tendance à se placer dans le même plan vertical (plan du vent) buteront

[1]) Avec cet angle la longueur de câble déroulé correspond à 1 fois ½ la hauter reelle atteinte.

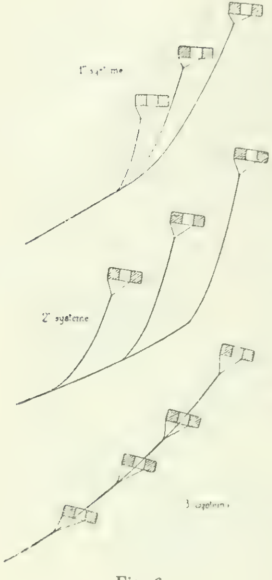


Fig. 6.

les uns dans les câbles des autres et provoqueront des ruptures d'équilibre brutales pouvant entraîner la chute de l'ensemble.

Deuxième type. — Les cerfs-volants sont lancés isolément avec des brins de retenue égaux. Les extrémités de ces brins sont fixées séparément en divers points convenablement espacés d'un câble principal de retenue. Chaque cerf-volant vole donc dans une zone libre et il n'y a aucun danger d'enchevêtrement si les espacements sont suffisants. L'inconvénient de ce système est de présenter une perte de rendement en raison de l'élévation „inutile" d'une très grande longueur de câbles secondaires, et de nécessiter un emplacement étendu pour le lancement sans danger de rencontre[1]) des cerfs-volants successifs.

Troisième système. — Un premier cerf-volant est lancé, il constitue le „pilote" du système. Au-dessous de ce „pilote" on fixe directement au câble, les uns au-dessous des autres (soit en les faisant traverser par le câble, soit, plus pratiquement, en les saisissant par leur cellule avant), une série de cerfs-volants du même type constituant „l'attelage".

Ce système à rendement maximum offre de grands avantages. Il évite, en effet, toute une perte inutile de force, permet le lancement rapide et progressif du train.

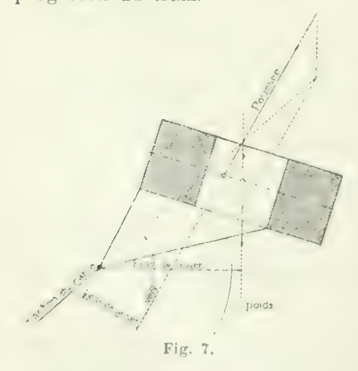


Fig. 7.

Le seul inconvénient qu'il présente est de faire reposer l'équilibre de l'ensemble sur la stabilité de l'appareil de tête.

M a n o e u v r e d ' u n t r a i n d e c e r f s - v o l a n t s. — Pour mieux faire comprendre sur quelles bases doit se guider l'opérateur pour gréer un train de cerfs-volants nous exposerons sommairement les lois d'équilibre du cerf-volant isolé.

Equilibre. — On sait que le câble de retenue se fixe au cerf-volant par intermédiaire d'une patte d'oie appelée *bride.* Le sommet de la bride constitue un pivot autour duquel le cerf-volant tourne pour atteindre sa position d'équilibre. Cette position (fig. 7) correspond à une inclinaison telle que les

[1]) Cet inconvénient nous a absolument interdit l'emploi de ce système à bord des navires.

forces en jeu, c'est-à-dire le „poids" qui tend à abaisser l'arrière du cerf-volant et l'„action du vent" qui tend au contraire à le relever se compensent mutuellement.

Les bras de levier de ces forces (c'est-à-dire leur distance au point de rotation) sont inégaux et le plus grand est celui de la force „poids". Si donc l'on déplace le point d'attache en allongeant, par exemple, le brin arrière de la bride, le bras de levier de la force „vent" se trouve notablement augmenté et cette force devient prépondérante. L'équilibre est rompu et le cerf-volant doit se coucher davantage sur le vent pour trouver une inclinaison nouvelle permettant aux forces de se compenser à nouveau.

Un raccourcissement de la bride aurait au contraire conduit à un abaissement de l'arrière du cerf-volant.

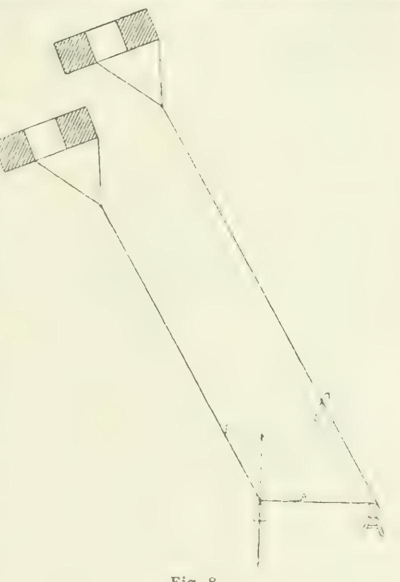


Fig. 8.

Bride de rendement maximum. — Parmi toutes les dispositions de bride qu'il est possible d'adopter il en est une qui permet d'obtenir le rendement maximum,[1]) c'est-à-dire le maximum de force de soulèvement pour le minimum de dérive horizontale. On peut déterminer expérimentalement cette bride optima en effectuant des lancement successifs de cerfs-volants avec des brides différentes, et en mesurant chaque fois la force de soulèvement obtenue et la dérive.

Ces mesures s'effectuent de la façon suivante:

Le cerf-volant planant à une faible altitude (fig. 8) et l'extrémité du câble étant convenablement fixée au sol, on suspend une surcharge telle que la portion de câble comprise entre le point de suspension et le sol soit horizontale. Il est évident qu'à ce moment, la valeur de *la surcharge* représente la force de soulèvement du cerf-volant (déduction faite de son propre poids) et la *composante horizontale:* la dérive.

Gréement du train. — Le cerf-volant „pilote" est toujours gréé avec la bride de rendement maximum. Il est lancé avec un câble spécial de 80 *m* de longueur, environ. Ce cerf-volant plane donc au-dessus des

---

[1]) Cette bride correspond à un planement de cerf-volant sous un angle de 12 à 14°.

tourbillons, qui règnent près du sol, pendant que l'on procède au montage du train.

Les cerfs-volants „d'attelage" sont fixés par leur bride au câble. Leur bridage est plus long que celui du pilote [1]) et calculé de telle façon que leur position d'équilibre étant atteinte, les cerfs-volants effleurent à peine de leur tête le câble incliné à 57° qui passe devant eux. Afin d'éviter toute embardée intempestive pendant le vol et de faciliter d'autre part l'élévation des cerfs-volants d'attelage pendant qu'ils sont près de terre et qu'ils n'offrent encore aucune prise au vent, on rentient leur cellule antérieure près du câble au moyen d'une courte patte d'oie.

La distance entre le cerf-volant „pilote" et le premier cerf-volant „d'attelage" est égale à la longueur du câble spécial de lancement du premier cerf-volant.

La distance entre deux cerfs-volants d'attelage est de 10 *m* environ, mais elle peut être plus grande si le qremier cerf-volant d'attelage n'est pas encore en prise au vent au moment où l'on fixe le second. [2])

Câble. — Le câble de retenue des cerfs-volants doit présenter une résistance au moins égale à 250 *kg* afin de ne pas se rompre si la vitesse du vent croît brusquement. Son poids devra être de 10 à 12 *kg* pour 1000 mètres. [3])

Treuil. — La manoeuvre du train de cerfs-volants s'effectue en général au moyen d'un treuil. Celui-ci doit être aussi robuste que possible et pouvoir être actionne par 4 hommes (2 manivelles). Une poulie de renvoi transforme d'ailleurs, comme dans le cas du ballon, l'effort incliné du câble en effort horizontal de traction.

Lorsque l'on dispose d'un terrain étendu dans le sens du vent, on peut éviter la manoeuvre du treuil en abattant directement le train au moyen d'une poulie roulant sur le câble.

Elévation de la chambre photographique. — Le procédé le plus simple pour élever une chambre photographique consiste à la fixer directement au câble et à laisser filer celui-ci jusqu'à ce que l'on ait atteint une hauteur convenable.

Ce procédé offre de sérieux inconvénient lorsque l'on doit exécuter consécutivement plusieurs clichés. En effet, à chaque opération le nouveau pointage de la chambre et le changement de plaques exigent que l'on ramène à terre l'appareil. On est donc obligé de manoeuvrer chaque fois tout le train des cerfs-volants ce qui est long pénible.

Un procédé plus pratique consiste dans l'emploi d'un cerf-volant remqueur (fig. 9). Le train des cerfs-volants réduit à 2 appareils sert

[1]) *Brin arrière* de la bride plus long.

[2]) Le gréement d'un train de ce système demande 2 minutes à partir du moment où le pilote est en l'air.

[3]) Pour un vent passant de 10 *m* à 20 *m* les efforts se quadruplent et la traction d'un train de 3 cerfs-volants de 5 m^2 passe de 53 à 210 *kg*. Il est évident que si le vent avait une vitesse notablement supérieure à 10 *m* au moment du lancement du train, on réduirait à 2 le nombre des cerfs-volants employées.

alors uniquement à tendre le câble. Celui-ci joue le rôle de rail aérien sur lequel roule la suspension, entraînée par un troisième cerf-volant. Un câble secondaire spécial au cerf-volant remorqueur sert à retenir l'appareil pendant la montée et à le ramener à terre après l'exécution du cliché. On réalise ainsi les avantages suivants: *manœuvre simplifiée*, et réduite à la montée et à la descente d'un seul cerf-volant; *stabilité plus grande* grâce à la possibilité de laisser planer le train à une hauteur quelconque dans une région de vent parfaitement établi.

Les dispositions pratiques à adopter sont les suivantes: Le cerf-volant remorqueur doit avoir une surface minimum de 5 m^2 ($^1/_3$ de la surface totale nécessaire). Il doit, en effet, remorqueur suivant une pente de 40 un poids de 15 *kg* environ (poids de l'appareil et du câble spécial de retenue). Un tel poids présente suivant la pente de 40° une résistance à l'entraînement de 10 kilos et le cerf-volant dispose suivant cette même pente d'une composante de traction égale à $^1/_3$ de 38 kilos, soit environ 13 kilos. L'entraînement est donc réalisé.

On doit, d'autre part, ne pas fixer l'appareil immédiatement sous le cerf-volant remorqueur. Celui-ci doit en effet rester suffisamment éloigné du sol, lorsque l'on ramène l'apparail photographique à terre, pour demeurer toujours en prise au vent. On interpose à cet effet entre le remorqueur et la chambre photographique un câble d'acier long de 50 à 80 *m*.

Fig. 9.

Enfin le cerf-volant remorqueur bridé comme les cerf-volants d'attelage est guidé le long du câble par une patte d'oie (à cosse de cuivre) fixée à la cellule antérieure.

Deuxieme Partie.

Exécution des clichés. — Suspensions d'appareil. — Pointage et déclenchement. Chambre photographique. — Suspensions.

Les premières épreuves de photographie aérienne (Batut et Wenz 1888—1890) ont été obtenues avec des chambres faisant corps avec le cerf-volant ou fixées à l'intérieur même de la bride. Ces systèmes, dont les inconvénients sont évidents (difficulté et danger de lancement d'un cerf-volant chargé) ont été rapidement perfectionnés par leurs auteurs, conduits tout naturellement à dégager l'appareil du voisinage immédiat du cerf-volant.

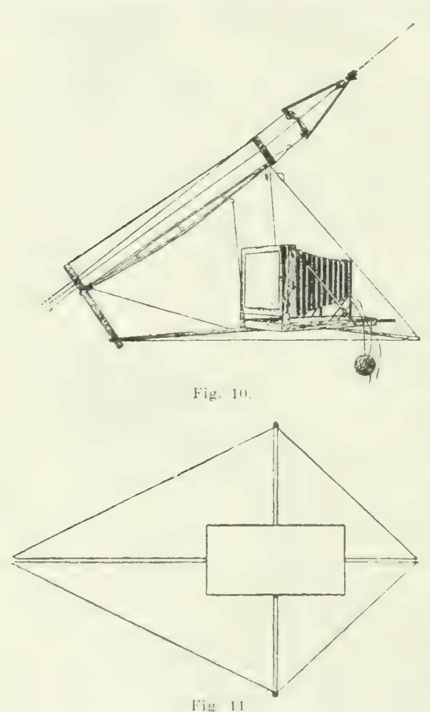

Fig. 10.

Fig. 11

A l'heure actuelle, plusieurs types de suspensions ont été imaginés, mais quelle que soit leur diversité apparente, elles peuvent se ranger dans deux catégories parfaitement définies:

1° Suspensions où l'appareil fait corps avec le câble.

Le type original de ces suspensions est dû à l'Américain Eddy (1879) (fig. 10); les systèmes qui s'y rattachent sont ceux de MM. Wenz, Dupuy Delcourt, Lecornu, etc.

2° Suspensions pendulaires où l'appareil est independant de l'inclinaison du câble.

Le type original est dû à l'Américain Gilbert Totten Woglom (1897) (fig. 11). Les systèmes Dinochau (1904) et Saconney (1904) Aubry, dérivent du même principe.

Nous avons donné la préférence, en ce qui concerne les opérations de photo-topographie aérienne, aux suspensions pendulaires. Celles-ci permettent, en effet, d'avoir la certitude, lorsque l'on amortit leurs oscillations, que le pointage en hauteur de l'appareil reste constant quel que soit le changement de courbure du câble (formant „chaînette") et quelles que soient les variations de son inclinaison lorsque la vitesse de vent diminue ou croît.

Principe des suspensions pendulaires. — *a)* Le système pendulaire le plus simple est formé de 4 brins issus d'un même point du cable

et aboutissant aux extrémités de deux axes (réels ou fictifs) passant par le centre de gravité de l'appareil.

Un tel dispositif n'empêche pas la rotation de la chambre sur elle-même; il ne peut donc convenir qu'à des appareils panoramiques formés de plusieurs chambres rayonnantes. (Appareils de M. Cailletet et de l'ingénieur russe Thiele), ou bien encore à des chambres pointées verticalement de haut en bas (Génie italien). Dans les deux cas, quelle que soit la rotation de l'appareil, la zone de terrain photographiée reste toujours la même.

Les applications les plus intéressantes qui ont été faites du système de suspension avec chambre panoramique, sont celles de M. Thiele (1898—1908) dont les levers de la région de Kharbin (1905) en Sibérie, de la Transcaucasie et de la vallée du „Dnieper" (1903), constituent de véritables monuments photo-topographiques [1]). La suspension Thiele est constituée par un faisceau de 6 fils aboutissant à un cadre hexagonal portant 6 chambres photographiques rayonnantes, plus une chambre verticale.

L'emploi de la chambre à pointage vertical vient d'entrer dans le domaine de la pratique courante, grâce aux remarquables résultats obtenus par la section photographique du Génie militaire italien. C'est ainsi qu'en 1908, 50 kilomètres de rivière (Tibre) [2]) ont été levés en quelques journées au moyen d'un appareil photographique élevé par ballonnet. La suspension était uniquement formée d'une pyramide de 3 fis de 10 *m* de longueur aboutissant à un cadre triangulaire portant en son centre la chambre photographique.

b) Le système pendulaire que nous venons d'examiner ne convient pas pour suspendre un appareil unique à pointage horizontal. Il est en effet indispensable d'assurer dans ce cas, d'une manière invariable, l'orientation donnée à la chambre.

La solution la plus pratique du problème consiste dans l'emploi d'un double cardan. On sait en effet qu'un tel dispositif permet l'oscillation pendulaire complète, mais ne laisse pas tourner sur lui-même le corps suspendu

Les suspensions Gilbert Totten Woglom (1897) et Dinochau [3]) (1904) réalisent cette condition de la manière la plus simple au moyen d'une tige oscillante portée par un cadre disposé le long du câble.

Le système que nous avons imaginé nous semble présenter sur les types simplifiés précédents l'avantage d'une plus grande rigidité. Nous en donnons ci-après la description.

Suspension „Saconney" (fig. 9). — Les deux axes d'oscillations sont le câble et une ligne horizontale perpendiculaire.

Pratiquement l'axe horizontal est relié au câble par une petite poutre armée en tubes extra-légers. [4]) Les 6 éléments de la poutre, d'une longueur

[1]) Emploi d'un drachen-ballon.

[2]) Expériences du capitaine Tardivo.

[3]) Lieutenant d'artillerie, élève, en tant que cerf-volantiste, de M. Wenz.

[4]) Les ateliers mécaniques de M. Boulade le distingué président de l'Aero Club du Rhône (que nous tenons à remercier de son amical et précieux concours) ont réalisé d'une manière parfaite la construction de cette suspension en tubes extra-légers

uniforme de 50 *cm* se réunissent à leurs extrémités au moyen de boulons et d'écrous à oreilles.

A l'axe horizontal est fixée la suspension proprement dite, formée d'une armature de 4 tubes longs de 1·50 *m*. Les extrémités de ces tubes sont boulonnées sur un plateau gradué sous lequel peut tourner la chambre pohtographique.

Dans ces conditions, les balancements de la suspension se produisent soit dans le plan vertical passant par le câble, soit dans un plan perpendiculaire à celui-ci.

Afin de permettre la montée de la suspension le long du câble la tige supérieure de la poutre porte deux galets de roulement dont les chapes s'ouvrent à volonté et permettent l'accrochage du système sur le câble tendu.

L'ensemble de cette suspension (chambre comprise) pèse 9 *kg*.

Fig. 9.

Amortisseur d'oscillations. — Dès le début de nos expériences (1904), nous nous sommes préoccupés d'amortir les oscillations longitudinales dues aux variations brusques de tension et d'inclinaison du câble.[1]) La pratique nous a démontré depuis que les effets de ces variations étaient moins nuisibles que la théorie ne nous le laissait prévoir et que, dans tous les cas, un bridage convenable du cerf-volant permettait de les réduire notablement.

Toutefois nous avons cru préférable de conserver dans le type définitif de notre matériel un amortisseur « *plans oscillants* » que nous avions étudié dès le début.

Cet appareil (fig. 12) est constitué par un gouvernail horizontal dont les 2 faces font un angle d'une dizaine de degrés. Un tel gouvernail est toujours en prise au vent et son action est d'autant plus énergique qu'à toute inclinaison correspond une augmentation de pression sur l'une des faces et une diminution sur l'autre (effet différentiel).

[1]) En 1904 nous avons également essayé la stabilisation gyroscopique en utilisant le vent comme force motrice. Le gyroscope était constitué par un tore monté autour d'un ventilateur à ailettes placé face au vent dans l'armature de la suspension proprement dite

L'axe d'oscillation de l'amortisseur porté par la poutre armée est placé près du bord d'attaque des plans, de manière à donner au dispositif une position d'équilibre stable horizontale. La suspension est reliée au gouvernail par un parallélogramme articulé dont les éléments sont tels que gouvernail et suspension soient toujours perpendiculaires l'un à l'autre.

Dans ces conditions à toute oscillation pendulaire tendant à écarter l'appareil photographique de la verticale, correspond une rotation de même amplitude du gouvernail, tendant à l'écarter de l'horizontale, cette rotation est immédiatement combattue par l'action du vent.

Compensateur. — Le vent, en agissant sur la masse de l'appareil, tend à faire prendre à l'ensemble de la suspension une inclinaison qu'il im-

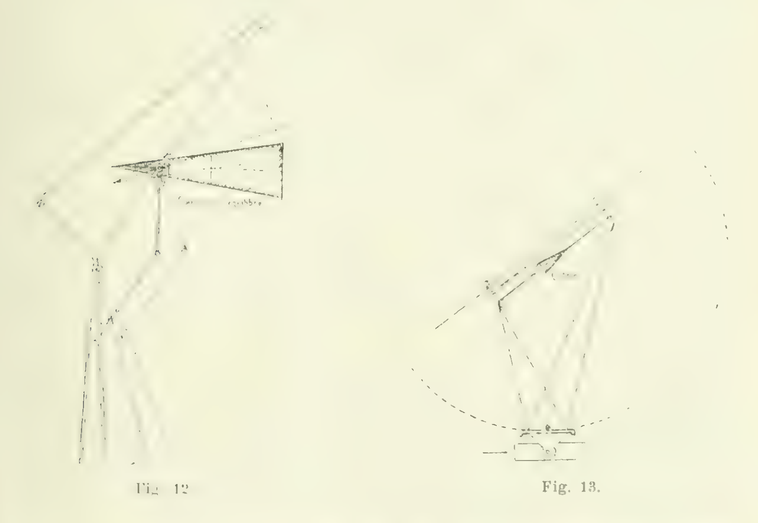


Fig. 12 Fig. 13.

porte de diminuer le plus possible. On peut, dans ce but, donner à l'amortisseur un angle de calage initial en le relevant un peu au-dessus de l'horizontale. Dans ces conditions, le vent en agissant sur le gouvernail pour l'abattre, combat automatiquement l'effort de redressement qu'il lui communiquait d'autre part par l'intermédiaire de la suspension.

Suspension pendulaire elliptique (fig. 13). — En même temps que la suspension pendulaire rigide, dont il vient d'être question, nous avons étudié un système pendulaire elliptique dont le but était de rendre plus facile le freinage direct des oscillations[1]). Le principe de ce dispositif consiste à faire décrire aux 4 points d'attache du plateau support d'appareil, un ellipsoïde. Le centre de gravité de la chambre, invariablement lié au plateau, décrira une surface parallèle à la première et comme il tendra

[1]) Suspension utilisée par M. Roger Aubry.

toujours à venir en occuper le point bas, le plateau parallèle au plan tangent en ce point bas sera toujours horizontal.

Pratiquement, on réalise cette suspension en disposant aux extrémités d'une tige portée par le câble deux poulies jumelées. Dans ces poulies passent 2 fils de même longueur dont les extrémités préalablement dédoublées viennent se fixer aux 4 points d'attache du plateau support. Ces points se trouvent donc 2 à 2 sur une ellipse ayant les poulies pour foyer. Cette ellipse engendre précisément l'ellipsoïde de révolution lorsque la suspension oscille autour du câble.

Il est facile de voir dès lors, avec quelle facilité on peut stabiliser les oscillations longitudinales (les seules à craindre) puisque l'on dispose sur la tige qui porte les poulies jumelées, d'une ligne de points d'appui le long desquels glissent les fils de suspension. On peut en particulier placer sur ces fils des cônes de toile dans lesquels s'engouffrera le vent; dispositif qui offre le double avantage d'amortir les oscillations et de compenser l'effort du vent sur l'ensemble de la suspension.

Pointage de l'appareil photographique.

Tout système de pointage doit, en principe, permettre de donner à la chambre photographique une *orientation* et une *inclinaison* convenables par rapport aux plans origines qui sont, dans le sens du pointage horizontal, le plan du câble et dans le sens du pointage vertical le plan du plateau support.

Ce *double pointage* offre l'avantage de donner des clichés où le point visé occupe le centre de la plaque, mais il présente le très grave inconvénient de fournir des documents médiocres au point de vue topographique. En effet, sauf le cas très spécial de levers de régions parfaitement plates, la photographie avec appareil incliné complique d'une manière inadmissible les opérations graphiques de restitution en exigeant des tracés complexes.

Les clichés pris avec appareil pointé horizontalement ou verticalement, ne demandent, au contraire aucune construction, géométrique spéciale et peuvent être utilisés immédiatement.

Nous avons renoncé à tout pointage incliné[1]) et nous nous sommes contentés de munir notre suspension d'un plateau horizontal mobile permettant de donner à volonté l'orientation azimutale.

Il est d'ailleurs facile de démontrer que le pointage à inclinaison variable n'est nullement obligatoire au point de vue des applications pratiques de la photographie aérienne et cela, aussi bien pour la topographie que pour les reconnaissances militaires.

S'il s'agit en effet, de reconnaissance *à grande distance* de régions, inaccessibles, l'appareil téléphotographique employé se trouve tout naturellement dirigé horizontalement et il est facile de compenser les quelques

[1]) Dans notre appareil nous avons laissé à la chambre la faculté d'osciller de quelques degrés de manière à pouvoir corriger, le cas échéant, un défaut d'horizontalité du plateau.

degrés de plongement qui lui seraient nécessaires par un décentrement vertical de l'objectif.

S'il s'agit au contraire de topographie et que la région à parcourir soit accessible, il suffit de transporter au-dessus du terrain l'appareil pointé verticalement.

Détermination de l'angle de pointage horizontal. — Le pointage de l'appareil photographique se fait en déplaçant le plateau support d'un angle égal à celui que fait avec le plan vertical du câble, le plan vertical passant par la station et le centre de la région à photographier. Pour déterminer cet angle on a recours à une carte orientée sur laquelle on trace la direction du vent et la ligne allant au centre de la région en question. Si les points à photographier ne sont pas très éloignés, on tient compte de la dérive horizontale que prend l'appareil lorsqu'il s'élève le long du câble. La correction angulaire s'évalue facilement en admettant que la dérive horizontale est égale à environ les $^2/_3$ de la longueur du câble de retenue.

A bord des navires en marche, le pointage se complique quelque peu. Le procédé le plus simple à employer consiste à donner à la chambre un pointage de 45° par rapport à la route suivie et à ne déclancher l'obturateur, l'appareil étant en l'air, qu'au moment où la région à photographier est vue du bord sous cet angle.

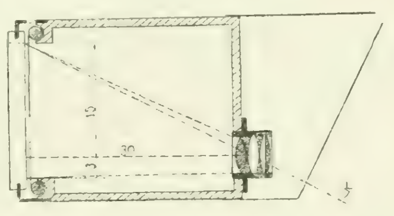


Fig. 14.

L'appareil photographique.

Chambre. — La chambre photographique doit présenter une rigidité absolue en raison de la précision des mesures basées sur son emploi. Afin d'obtenir cette rigidité tout en assurant à l'ensemble une légèreté suffisante, on peut constituer la chambre au moyen d'une armature en bois de noyer ou d'acajou revêtue de tôle d'aluminium. Le métal[1] doit toutefois être protégé par un vernis extérieur.

Le para-soleil qui abrite l'objectif sera formé par les parois métalliques de la chambre prolongées en forme d'auvent. Ses dimensions devront être telles que les rayons solaires inclinés à 45° ne puissent pas atteindre la monture de la première lentille.

Pour des opérations topographiques ordinaires (reconnaissances et levers à distance moyenne)[2], on emploiera une chambre de format 18 × 24 (fig. 14) munie d'un objectif de 30 cm de foyer décentré vers le bas. Le décentrement vertical devra être dans ces conditions de 3 cm de manière à permettre un plongement de $\frac{12}{30}$ soit de $\frac{2}{5}$. Avec un tel plongement, le

[1]) Action destructive rapide de l'eau de mer.

[2]) De 2 à 4 *km*.

terrain est battu à partir d'une distance égale aux $\frac{5}{2}$ de la hauteur de l'appareil. (A 600 *m* d'altitude, l'objectif voit le terrain à partir de 1·250 *m*).

Objectif. — L'objectif doit être très lumineux. La série Tessar $\frac{1}{6{\cdot}3}$ de la maison Zeiss permet d'obtenir des résultats parfaits au triple point de vue de l'instantanéité, de la netteté et de l'absence de toute distorsion.

Le poids de l'objectif Tessar de 30·5 *cm* 5 de foyer est de 800 *g* environ, monture et diaphragme „iris" compris.

Obturateur. — L'obturateur d'objectif ne permet pas d'obtenir une instantanéité suffisante. On devra donc avoir recours à l'obturateur à rideau qui donne des résultats satisfaisants à condition de rechercher la rapidité d'obturation par la diminution d'ouverture de la fente et non par la tension du ressort. Dans les conditions les plus défavorables, c'est-à-dire avec un vent irrégulier provoquant les oscillations, la vitesse d'obturation maxima sera de $\frac{1}{300}$ à $\frac{1}{400}$ de seconde.

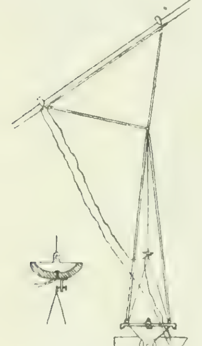


Fig. 15.

Systèmes de déclanchement. — Le déclanchement de l'obturateur s'obtient par courant électrique Deux fils sont nécessaires.

Lorsque l'on emploie les cerfs-volants, le courant part par le câble principal, pénètre dans la suspension par les galets de roulement et descend jusqu'à la chambre par un fil isolé. Il repart de celle ci par un second fil qui aboutit au câble secondaire de retenue.

La très grande résistance des petits câbles d'acier et l'augmentation même de cette résistance avec les efforts de traction conduit à employer un courant à haut voltage et faible intensité.

L'emploi d'une petite magnéto, lorsque l'on ne dispose pas de piles en nombre suffisant est tout indiqué[1]).

Le mécanisme de déclanchement approprié au type d'obturateur devra être actionné par un électro-aimant de résistance au moins égale à celle de l'ensemble des 2 câbles d'acier mis bout à bout. Une lampe interposée dans le courant, près d'un manipulateur de fermeture du circuit, permettra de vérifier le passage du courant et par suite le fonctionnement du système.

Niveau. — Lors de nos premiers essais, nous avions installé dans la suspension même un niveau à mercure dont le but était de ne laisser passer le courant qu'au moment précis où l'horizontalité du plateau-support était atteinte. Ce niveau (fig. 15) était composé d'une coupelle en matière isolante (bois) dont de pôle portait deux contacts en platine reliés au circuit général

[1] M. Roger Aubry a très ingénieusement monté une petite magnéto sur son treuil L'appareil étant en l'air un simple débrayage permet d'utiliser la manivelle du treuil pour actionner la magnéto.

de déclanchement. Une gouttelette de mercure venait établir la communication entre les deux contacts lorsque la coupelle était horizontale.

Ce niveau hermétiquement fermé, de manière à empêcher toute fuite de mercure, était disposé à l'intérieur de la suspension et relié d'une manière invariable à ses montants. Un système de réglage à vis, permettait de faire varier légèrement l'inclinaison de la coupelle de manière à la rendre parfaitement parallèle au plateau-support.

L'emploi de ce niveau n'est pas indispensable lorsque l'on opère avec les cerfs-volants, car la stabilité de montée de l'appareil est parfaite lorsque les bridages sont convenablement déterminés.

Troisième partie.

Utilisation de la photographie aérienne pour les levers.

Généralités. — Les procédés que nous allons exposer permettent de reconstituer au moyen de photographies prises dans l'espace, le plan des terrains photographiés. Bien que la théorie de la restitution soit basée sur propriétés des figures perspectives, leur application pratique n'exige aucune connaissance particulière de géométrie descriptive et n'entraine aucun tracé complexe.

D'ailleurs les propriétés dont il est question sont d'ordre élémentaire et nous allons brièvement les énoncer en rappelant tout d'abord quelques définitions.

Définitions. — La figure perspective d'un objet est la figure plane que l'on obtient en coupant par un plan le faisceau conique des rayons issus de l'œil de l'observateur et dirigé vers les divers points de objet.

Le sommet du cône de rayons s'appelle: point de vue; le plan sécant: *tableau*; la distance du point de vue au plan du tableau: *distance principale.* Enfin on désigne par *centre* ou *point principal* le point où la distance principale rencontre le tableau.

Propiétés. — De la définition même des figures perspectives, il résulte que la perspective d'une droite est une droite. Cette droite ne se prolonge pas indéfiniment à travers le plan du tableau, elle s'arrête en un point qui est appelé *point de fuite.* Ce point est l'image perspective du point à l'infini de la droite et il correspond à l'intersection du plan du tableau avec le rayon mené par l'œil parallèlement à la droite.

Comme conséquence de cette propriété du point de fuit, on voit qu'un faisceau *de droites parallèles* a pour projection un faisceau de droites concourantes et que le point de concours est le point de fuite commun à toutes ces droites.

Parmi les droites de l'espace, il en est deux séries qui jouissont en perspective de propriétés spéciales. Ce sont les droites horizontales et les droites verticales. Les première ont des perspectives se terminant toutes en des points de fuite situés sur la même horizontale du tableau. Cette ligne particulière porte lo nom de *ligne d'horizon.*

Les secondes ont pour perspectives des droites concourantes, le point de concours (point de fuite) est situé à l'intersection du tableau avec la verticale du point de vue.

Un cas particulièrement intéressant en ce qui concerne l'emploi pratique des perspectives est le cas du tableau vertical. Dans ce cas, la ligne d'horizon passe par le centre du tableau et le point de fuite des verticales est rejeté à l'infini.

Identité de l'image perspective et de l'image photographique. — Telles sont les propriétés élémentaires de perspective qu'il est nécessaire et suffisant de connaître. Ces propriétés s'appliquent intégralement aux images photographiques qui ne sont autre chose que des figures perspectives où le point de vue est représenté par le centre optique de l'objectif et le tableau par le plan de la plaque. La distance principale devient dans ce cas la *distance focale.*

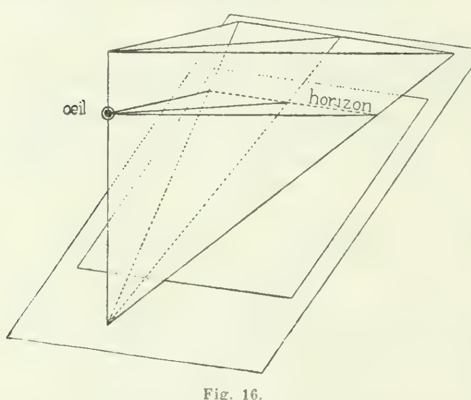


Fig. 16.

Principes du lever photographique. — Considérons un observateur stationnant dans l'espace et disposant d'une vue photographique du terrain exécutée précisément du point de stationnement. Supposons que l'observateur place cette photographie devant lui à une distance égale à la distance focale de objectif, c'est-à-dire à la distance qui séparait, dans l'appareil, la plaque, de l'objectif. Il est évident que si l'épreuve est convenablement orientée, tous les plans verticaux passant par l'œil et les divers points du terrain coupent la photographie suivant des droites passant par les images de ces points (fig. 16).

Projetons l'ensemble formé par l'observateur, l'épreuve photographique et le terrain sur le plan horizontal. Nous obtenons un tracé où les plans verticaux en question, vus par leurs tranches, sont représentés par un *faisceau* de droites concourantes, le point de concours étant la projection de l'observateur. Ces droites suffisamment prolongées viennent rencontrer les projections horizontales des points du tierran.

Si maintenant nous transportons l'observateur en un autre point de l'espace et si nous le munissons d'une seconde photographie prise de cette station, nous obtenons, par projection horizontale, un *second faiceau* de lignes aboutissant aux mêmes points que les lignes du premier faisceau. Les intersections des lignes des deux faisceaux définissent donc, point par point, a projection horizontale où plutôt le plan du terrain

En somme, pour déterminer le plan d'un terrain au moyen de 2 photographies aériennes il suffit de savoir construire au moyen de chaque photographie le *faisceau* des lignes qui lui correspondent, de connaître la position relative des stations et l'orientation *des faisceaux* qui en sont issus.

Nous allons examiner successivement comment l'on réalise pratiquement cette construction et comment l'on retrouve les positions et orientations en question.

Pratique des opérations de restitution.

1. *Construction d'un faisceau.* — On peut considérer le „faisceau" comme l'ensemble des traces laissées sur le plan horizontal de projection par les plans verticaux passant par l'œil et les images des divers points du terrain. Le faisceau n'est donc autre chose que l'ensemble des *angles plans* des dièdres formés par ces plans verticaux.

Pour construire ces *angles plans*, il suffit de couper les dièdres par le plan horizontal pui passe par l'œil; ce plan recontre la photographie suivant la ligne d'horizon. Si l'on connaît la distance qui sépare l'œil de la ligne d'horizon et si l'on mesure sur la photographie, suivant la ligne d'horizon, les écartements des traces laissées par les plans verticaux, on possède les éléments qui fixent la valeur de chaque angle.

Pratiquement, on ne mesure pas les écartements des traces entre elles, mais leur écartement par rapport à la trace du plan principal, c'est-à-dire par rapport à l'axe vertical du cliché.

Remarquons de suite que si le cliché est vertical, les traces laissées par les plans verticaux sont parallèles et que leurs écartements horizontaux peuvent être pris n'imperte où sur la photographie sans que la valeur de l'angle plan correspondant soit modifiée. La distance de l'œil à l'horizon est d'ailleurs, dans ce cas, égale à la distance focale de l'objectif.

Si le cliché est incliné, les traces des plans verticaux concourent au point de fuite des verticales, c'est-à-dire au point de rencontre de la photographie avec la verticale menée par l'oeil. Les écartements varient donc suivant la hauteur à laquelle ils ont été pris. C'est pour cette raison qu'il a été spécifié de prendre toujours les écartements à hauteur de l'oeil (ligne d'horizon). Il résulte du fait de l'inclinaison du cliché une complication pour la construction de chaque angle plan. Il est, en effet, nécessaire de déterminer, tout d'abord, le point de concours des traces verticales puis de joindre, sur le cliché l'image de chaque point à ce point de concours et de prolonger la ligne, ainsi obtenue jusqu'à l'horizon sur lequel doit se mesurer l'écartement.

n. Repères d'axes et niveau Jardinet. — Pour marquer sur un cliché l'axe vertical par rapport auquel doivent être pris les écartements, on a recours aux indications fournies par les repères d'axes et le niveau Jardinet.

Repères d'axes (fig. 17). — Les répères d'axes sont constitués par 4 dents métalliques disposées symétriquement sur les bords du cadre arrière et à l'intérieur de la chambre photographique. Les lignes idéales qui

joignent les dents de bords opposés doivent se couper au point principal, c'est-à-dire au point où se projette le centre optique, de l'objectif. On voit, en particulier, que pour un objectif décentré les dents des bords latéraux doivent être déplacées (descendues) par rapport à l'axe de symétrie du cadre.

Les ombres de ces dents sont projetées sur la plaque sensible et se trouvent imprimées sur le cliché automatiquement (fig. 18).

Chaque photographie possède ainsi des repères permettant de définir le point principal et les axes de symétrie de l'épreuve.[1]

Niveau (fig. 17 et 18). — Pour pouvoir mener par le point principal l'axe vertical du cliché, il faut connaître la direction de l'horizon. Celle-ci est donnée par un niveau à mercure disposé à l'intérieur de l'appareil et dont l'image est projetée sur la plaque sensible de la même manière que pour les repères d'axes.

Ce niveau, imaginé par le commandant Jardinet, se compose d'un cadre tubulaire en verre à moitié rempli de mercure et disposé à l'arrière de la

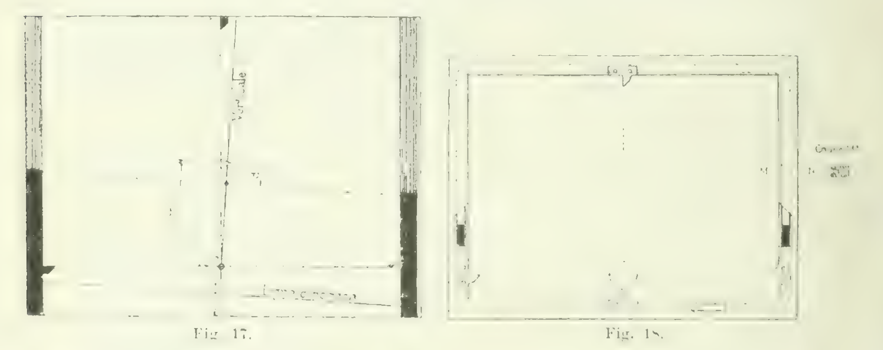


Fig. 17. Fig. 18.

chambre, juste au contact du châssis. Une garniture en tôle d'aluminium protège le tube. Cette garniture est percée de 2 fenêtres qui démasquent le tube aux points où se forment les ménisques du mercure[2]).

2 Détermination de la position des deux stations et orientation des faisceaux.

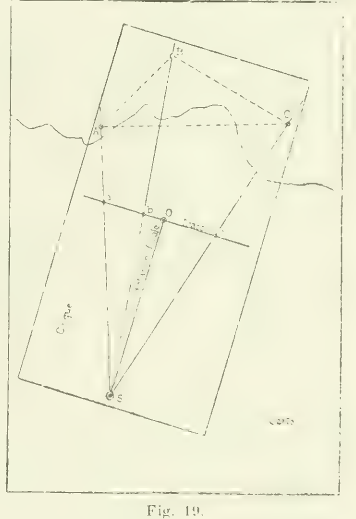
1er cas. — *La région photographiée est partiellement connue, c'est-à-dire est telle que l'on puisse reconnaître sur l'épreuve un minimum de 3 points dont les positions relatives sont déjà connues.*

[1]) Parmi les divers types de repères nous donnons la préférence aux dents à bords inversés.

[2]) Afin d'éviter les causes d'erreur dues aux oscillations des appareils suspendus dans l'espace nous avons apporté un léger perfectionnement au cadre initial en constituant les tubes horizontaux, qui servent uniquement à établir la communication entre les deux branches verticales, au moyen de tubes très *fins* qui freinent les oscillations provoquées par les brusques mouvements de l'appareil.

Ce cas correspond à un lever photographique dans une région parcourable à travers laquelle on a déjà établi une triangulation reliant entre eux les principaux points, tels que clochers, bâtiments isolés, croisements de routes têtes de ponts, rochers ou arbres isolés aux formes caractéristiques, etc. C'est également le cas d'une reconnaissance militaire destinée à placer sur une *carte* existante des ouvrages nouvellement édifiés, que l'on a pu photographier à grande distance (fig. 19).

On trace sur un papier calque rigide deux axes rectangulaires se coupant en un point O. Sur l'un d'eux on prend un point S tel que sa distance au point de rencontre O soit égale à la distance focale. On porte à droite et à gauche de O des segments Oa, Ob, Oc mesurés sur la photographie et représentant les *écartements* des images de 3 points connus, A, B, C, par rapport à l'axe vertical de l'épreuve. (Cet axe a été, bien entendu, mené par le point principal perpendiculairement à la ligne qui joint les ménisques du niveau Jardinet).


Fig. 19.

Si l'on trace sur le calque les lignes Sa, Sb, Sc, les angles a S c, b S c ainsi construits sont les angles sous lesquels on voit de la station S les points A B C du terrain Il suffit alors de porter le calque sur la carte (fig. 19) (ou sur un dessin où les 3 points A B C sont déjà représentés) et de le déplacer jusqu'à ce que les 3 lignes Sa, Sb, Sc passent par les points correspondants. Au moment où la coïncidence se produit, le point S marque l'emplacement de la station. Pratiquement il convient d'employer 4 points au lieu de 3 afin d'établir une vérification.

Dans ce qui précède, on a supposé implicitement que la photographie avait été prise avec plaque verticale. Nous verrons tout à l'heure les corrections qui résultent de l'erreur de verticalité. Dans la pratique, il est impossible d'obtenir par des moyens mécaniques la verticalité absolue.

Orientation. — L'orientation du faisceau se trouve réalisée au moment même où les lignes du calque passent par les points A B C de la carte. Il suffit de piquer en même temps le sommet S du faisceau et le centre O pour enregistrer sur le dessin la distance focale SO et la trace a b c du cliché qui permettent de reporter successivement toutes les lignes qui correspondent aux points à lever.

Les opérations effectuées pour l'une des épreuves sont recommencées avec un autre calque pour la seconde

2° cas. — *Le terrain photographié est complètement inconnu inaccessible, il est de plus impossible d'établir une triangulation même sommaire à travers la région que domine l'appareil*[1]).

Ce cas est celui d'un lever de côte photographiée du large, c'est également le cas d'une reconnaissance dans un pays nouveau sans le secours d'aucune carte.

Pour résoudre ce cas particulier du problème des levers photographiques, nous avons imaginé un niveau [2]) spécial placé à l'intérieur de l'appareil et dont le rôle est de faire connaître automatiquement l'inclinaison longitudinale et le déversement de l'appareil.

Ce niveau comprend deux cadres tubulaires en verre disposés verticalement, le premier à la place du cadre Jardinet, le second contre la planchette porte-objectif.

Les sections des branches verticales du *cadre avant* sont 10 fois plus grandes que celles du *cadre arrière*. Deux tubes de caoutchouc réunissent

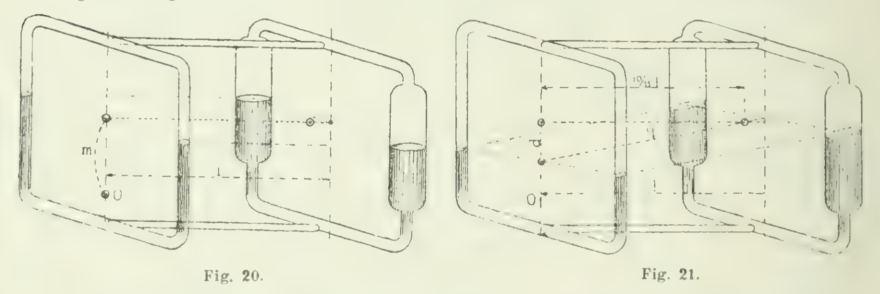


Fig. 20. Fig. 21.

entre elles les branches horizontales inférieures et supérieures des cadres de manière à établir une circulation permanente du mercure qui remplit le niveau.

Si l'on considère le plan horizontal formé par les 4 ménisques de mercure dans les 4 branches verticales, il est facile de voir que, lorsque l'appareil s'incline longitudinalement ou transversalement, ce plan reste horizontal en oscillant autour d'un point fixe (fig. 20). Ce point se trouve sur l'axe de symétrie longitudinal du plan des niveaux à une distance du *cadre avant égale à* $\frac{1}{11}$ de la distance qui sépare les 2 cadres. Si les 4 branches étaient de section égale, le point fixe se trouverait, bien entendu, au centre du plan des niveaux; la variation de section des branches rapproche le point fixe du cadre de plus forte section.

Si maintenant, l'appareil étant parfaitement horizontal, l'on projette le point fixe sur la plaque, on remarque que le point ainsi obtenu se trouve sur la ligne qui joint les images des ménisques du cadre arrière (fig. 20)

[1]) Si cette triangulation était possible, on emploierait un petit appareil auxiliaire à pointage vertical fixé sous la chambre principale. (Voir *Revue du Génie* de mai 1907, pages 437 et 441.)

[2]) M. Wenz, de Reims, a également étudié un niveau basé sur un principe analogue.

Si l'appareil se déverse, sans s'incliner longitudinalement, la ligne des ménisques du cadre arrière passe toujours par la projection du point fixe; si l'appareil déversé s'incline, la ligne des ménisques s'abaisse ou s'élève parallèlement à elle-même suivant le sens de l'inclinaison. La distance d (fig. 21) qui sépare la projection du point fixe de la ligne des ménisquess fixe la valeur de l'inclinaison; en effet, si l est la distance des cadres, on a en appelant i l'inclinaison: $tgi = \frac{d}{\frac{10}{11} l}$

Pour retrouver la projection du point fixe sur l'épreuve, on détermine, une fois pour toutes, par une expérience préliminaire faite avec un appareil parfaitement horizontal, la distance m de la ligne des ménisques au point principal. La projection du *point fixe* se trouvera dans chaque cliché sur le petit axe de symétrie de l'épreuve à une distance du point principal égale à m.

Supposons donc deux photographies prises de 2 stations au moyen de l'appareil muni du niveau spécial. [1]) Traçons sur chacune d'elles les lignes qui joignent les repères d'axes et les images des ménisques du cadre arrière. On détermine ainsi le point principal, l'axe vertical de l'épreuve, l'inclinaison longitudinale de l'appareil. Cette inclinaison due aux oscillations est d'ailleurs toujours très faible, de quelques degrés tout au plus.

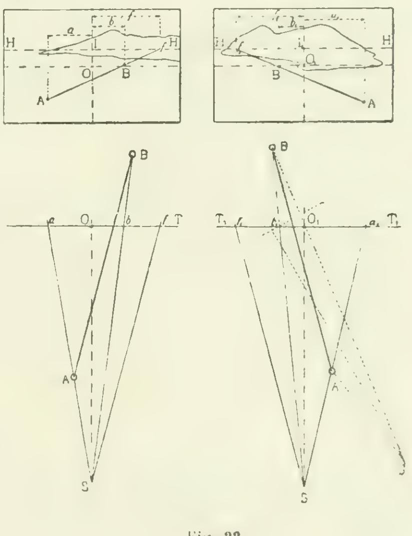


Fig. 22.

Connaissant l'inclinaison i, on peut tracer, au-dessus du point principal, la ligne d'horizon dont la distance OI à ce point est fonction de la distance focale et de l'inclinaison On a en effet: $OI = SO\ tg\ i$.

Soient A et B deux points que nous savons être sensiblement à la côte et que nous retrouvons sur chaque épreuve. Deux points d'altitude sensiblement égale existent toujours: ce sont le long d'une côte deux points quelconque du rivage en pais plats, deux points remarquables du terrain, dans une région légèrement accidentée, [2]) deux points d'un cours d'eau, d'un lac, d'une ligne de chemin de fer, d'une route à pente douce etc.

[1]) Ce procédé de reconnaissance est celui que nous avons étudié en 1906—1907 pour les reconnaissances en dirigeable.

[2]) Dans une région réellement accidentée l'intérêt de la photographie aérienne disparait

D'ailleurs, en prenant A et B tels que la ligne AB soit inclinée d'au moins 45° sur l'axe horizontal de l'épreuve on élimine les causes d'erreurs qui seraient dues à une pente légère.

Construisons (fig. 22) séparément sur chaque épreuve comme il a été dit pour le 1er cas le faisceau qui lui correspond. Nous portons au lieu de la distance focale, la distance qui sépare l'oeil de l'horizon et qui est égale à $\frac{f}{\cos i}$.

On trace sur chaque faisceau, les lignes Sa et Sb et la direction Sf qui joint l'oeil au point de fuite f de la ligne ab.

Ce point de fuite f se détermine sur l'épreuve en prolongeant ab jusqu'à sa rencontre avec l'horizon. Sf représente, par définition du point de fuite, la direction de la ligne horizontale AB.

On a donc tous les éléments nécessaires pour placer sur chaque faisceau un segment parallèle à Sf et limité aux deux lignes Sa et Sb. Ce segment représentera, à une échelle quelconque, la ligne AB du terrain placée par rapport à la station S.

Si l'on prend AB de même longueur sur les deux faisceaux, on obtient, en rapportant ces faisceaux l'un sur l'autre de manière à faire coïncider les 2 segments et la position relative des 2 stations et l'orientation relative des 2 lignes principales. Remarquons que la distance S et S_1 des 2 stations est reportée à la même échelle que AB. Cette échelle reste indéterminée tant que l'on n'aura pas construit au moyen des 2 faisceaux ainsi placés un détail du terrain dont on puisse apprécier les dimensions réelles ou tant que l'on n'aura pas déterminé, comme nous le verrons plus loin la hauteur réelle de l'une des deux stations.

3° Lever de la planimétrie.

Le lever de la planimétrie du terrain se fait très rapidement lorsque les stations sont déterminées et les faisceaux orientés. Il suffit, en effet, de reconnaître sur les 2 photographies un même point pour obtenir, immédiatement en reportant sur les faisceaux les écartements correspondants les deux droites dont l'intersection fixe la projection horizontale du point.

Le lever du terrain s'obtient ainsi, point par point, il importe simplement d'opérer par grandes lignes en levant d'abord le canevas formé par les routes, les lignes de grandes cultures, les contours des bois, etc. . . et de terminer par les détails isolés, tels que maisons, enclos, boqueteaux

4° Nivellement.

Les opérations de restitution ne comportent pas uniquement le tracé de la planimétrie du terrain. Elles comprennent également la détermination de l'altitude des divers points.

Supposons connue la position rigoureuse de l'horizon (fig. 23). Si l'on appelle:

η la dépression de l'image d'un point m, de [illegible] l'horizon

H la hauteur de l'appareil au-dessus du point;

f la distance focale;

D la distance du point à la station, distance mesurée, sur la carte *suivant la ligne principale* on peut écrire sans erreur sensible la plaque étant verticale à quelques degrés près:

$$\frac{H}{y} = \frac{f}{D}$$

d'où l'on tire $H = y \frac{f}{D}$. Cette relation fournit l'altitude de l'appareil au-dessus du point considéré ou ce qui revient au même la dépression du point en contrebas de l'appareil. En prenant un point particulier comme origine des cotes on a, par différence, *des cotes en contre-bas*, la valeur des altitudes relatives.

Ce qui précède, exige que la plaque soit à peu près verticale (ce qui est réalisé mécaniquement) et que l'on détermine rigoureusement la position de l'horizon qui sert d'origine à l'évaluation des dépressions. Cette détermination de l'horizon se fait de la façon suivante:

1er cas. — *On dispose de 2 points connus dont les images se retrouvent sur les photographies* (fig. 23).

Le niveau Jardinet donne la *direction* de l'horizon; on mesure sur l'épreuve perpendiculairement à cette direction la différence h des dépressions des deux points.

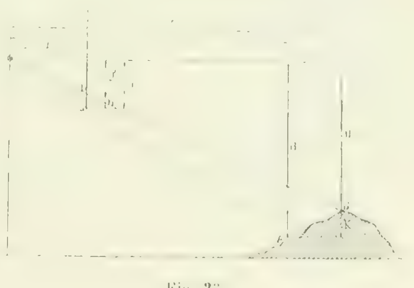


Fig. 23.

Si y et y' sont ces dépressions au-dessous de l'horizon inconnu, on a $y - y' = h$. Soit K la différence d'altitude des 2 points de cote connue (si les points sont sur le bord de la mer ou sur un même plan horizontal K = O).

On a, d'après ce qui a été dit précédemment, les relations:

$$H = y \frac{D}{f}$$

$$H' = y' \frac{D'}{f}$$

$$\text{d'où } H - H' = K = \frac{yD - y'D'}{f}$$

en combinant cette relation avec $y - y' = h$, on tire la formule définitive:

$$y = \frac{Kf - hD'}{D - D'}$$

On voit que l'on peut connaître la hauteur (y) de l'horizon au-dessus de l'image d'un point en fonction d'une quantité connue K et de quantité

mesurables h, D et D'. Remarquons que D et D' se mesurent sur la carte dont la planimétrie a été tout d'abort établie [1]).

Corrections à faire subir à la construction des faisceaux. La détermination de la position de l'horizon fixe la valeur de l'angle d'inclinaison puisque l'on a, en appelant OI la hauteur de l'horizon au-dessus du poit principal O,

$$tg\, i = \frac{OI}{f}.$$

Connaissant l'inclinaison, on a la valeur de SO qui doit remplacer la distance principale f dans la construction du faisceau d'une épreuve inclinée. On a également la valeur de OI' qui fixe la position du point I' de convergence des verticales puisque la distance focale f est moyenne proportionnelle entre OI et OI': $f^2 = OI \times OI'$. On peut donc construire chaque ligne du faisceau avec toute la précision possible, en tenant compte si l'on veut de la convergence (très faible) des verticales.

2e cas. — *La région ne contient pas de points connus.*

On a vu précédemment que l'on utilisait dans ce cas un niveau spécial qui donnait l'inclinaison longitudinale de la chambre et par suite la position de l'horizon.

Mais cette détermination doit être vérifiée avant d'entreprendre tout calcul de nivellement.

La première opération à effectuer consiste dans la détermination de l'échelle du plan, échelle que nous avons laissée indéterminée

On a préalablement évalué l'altitude H et H' de chaque station aérienne par des mesures effectuées sur le terrain. On a utilisé pour cela la formule suivante due au lieutenant Mina (génie italien):

$$\text{altitude } H = \frac{\sqrt{T^2 + p^2 L^2 - 2\, p\, L\, T \sin \theta} - T}{p}$$

où T représente la traction du câble sur le treuil [2]), θ l'angle qu'il fait avec l'horizon, p le poids, par mètre courant du câble, L la longueur du câble déroule. La différence K des altitudes absolues atteintes par l'appareil s'obtient en ajoutant à $H_1 - H_2$, la différence de cote des emplacements du treuil [3]).

Considérons maintenant le même point sur les deux photographies. On a, en appliquant ce qui a été dit,

$$H'_1 = \frac{y_1 D_1}{f} \quad \text{et} \quad H'_2 = \frac{y_2 D}{f}$$

pour les hauteurs en contre-bas d'un même point dans chacune des 2 photographies.

[1]) Parallèlement à la direction de l'axe.

[2]) T s'évalue facilement en suspendant une surcharge au cable jusqu'à rendre horizontal le dernier élément. La décomposition des forces fournit la valeur de T suivant le câble incliné.

[3]) Dans les levers de cotes le treuil reste à hauteur constante (Hauteur du pont du navire.)

Soit $\frac{1}{n}$ l'échelle cherchée, les distances réelles D_1 et D_2 sont égales à $d_1 \times n$ et $d_2 \times n$; d_1 et d_2 étant les mesures fournies par le plan.

On peut, donc écrire:

$$H_1' - H_2' = K = n \left(\frac{y_1 d_1 - y_2 d_2}{f} \right)$$

d'où l'on tire n qui est la seule inconnue.

L'échelle étant calculée, on procèdes à la vérification de l'horizon.

Soient y'_1 et y'_2 les dépressions (sur la même photographie) correspondant aux points A et B de même cote, on doit avoir en appelant H la hauteur de l'appareil au-dessus de ces points:

$$H = \frac{y'_1 D'_1}{f}, \qquad H = \frac{y'_2 D'_2}{f}$$

$$\text{d'où l'on tire } \frac{y'_1}{y'_2} = \frac{D'_2}{D'_1}.$$

Le rapport des dépressions doit donc être égal au rapport inverse des distances mesurées sur la ligne principale. Si cette condition n'est pas remplie (et que l'on soit certain de l'horizontalité de la ligne AB) l'on déplace l'horizon parallèlement à lui-même jusqu'à ce qu'il soit à une hauteur telle que la relation précédente soit satisfaite. (Le problème se résout par la géométrie au moyen d'une 4e proportionelle). La position de l'horizon étant définitivement fixée, on procède au calcul des cotes comme pour le cas précédent.

Aus der Sektion „Laussedat"

du „Société française de Photographie" in Paris.

Die Sektion „Laussedat" in der „Société française de Photographie" in Paris bildet den Sammelpunkt der Interessenten der „Photographischen Meßkunst" in Paris (Archiv f. Photogr. I. Bd., S. 294). Wir werden nicht versäumen, fortlaufend über die Arbeiten dieser Sektion, welche im gewissen Sinne als „Sektion Frankreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" betrachtet werden kann, eingehend zu berichten.

Nachfolgend geben wir die Schilderung:

1. Von der Drachen-Kamera von E. Wenz,
2. vom Niveau Wenz für Aeroaufnahmen und
3. vom Phototheodolite für Architekturaufnahmen von Tourneau.

Chambre noire pour Photographie en cerf-volant ou ballon

La chambre noire (Fig. 1) est destinée à être enlevée par cerf-volant ou ballon; elle fonctionne automatiquement et a été spécialement construite en vue de son emploi par des explorateurs, qu'il s'agisse des pôles ou des pays chauds.

Le corps de la chambre et en aluminium; l'objectif est un aplanastigmat Hermagis No. 7 de 21 *cm* de foyer, avec monture également en aluminium, *f*/6·8, diaphragme iris, se réglant par l'intérieur de la chambre. L'obturateur est à guillotine et s'arme de l'extérieur. Les châssis sont en nickel; le volet s'enlève et reste donc à terre pendant l'ascension, ce qui n'augmente pas inutilement le poids à élever. Une petite porte à charnières recouvre l'entrée de ce volet enlevé, de sorte qu'aucune entrée intempestive de lumière ne peut se produire; ceci est très important, la chambre pouvant se trouver exposée pendant un temps assez long aux rayons du soleil. Le poids de la chambre, prête á fonctionner, est de 1·460 *kg*.

Nous nous sommes particulièrement appliqués à ce que les pièces en saillie le soient autant que possible vers l'intérieur, ceci tant au point de vue de dimunier les risques de raccrochage qu'à celui de diminuer la prise pour la poussière et la pluie. La forme de la chambre est celle d'un prisme droit quadrangulaire; sur les bases sont fixés les écroux destinées à raccorder la chambre avec son cadre d'orientation; la chambre peut faire une revolution complete autour de l'axe de ces ecrous.



Fig. 1

La cadre se fixe sur le câble du ou des cerfs-volants, le plus souvent à une cinquantaine de mètres en dessous du cerf volant de tête.

Le dispositif pour la déclenchement de l'obturateur au moyen d'une mèche d'amadou ou de tout autre moyen trouve sa place également sur une des bases. Une banderolle (papier ou soie) se déroule au moment où l'obturateur fonctionne et indique d'une façon visible pour ceux qui sont à terre le moment précis où l'exposition a eu lieu.

Niveau à deux directions enregistrant l'inclinaison de l'axe optique et le déversement de la plaque

La première idée qui vient à celui qui cherche à enregistrer le déversement d'une plaque photographique est d'accoler un tube de verre rempli à moitié d'un liquide interceptant les rayons lumineux contre les bords de la plaque sensible et l'encadrant pour ainsi dire. Vers 189[illegible] notre collègue, M. Batut, a expérimenté ce système en remplissant le tube d'alcool qu'il a trouvé manquant de stabilité. M. le commandant Jardinet a donné son nom à un niveau analogue, mais rempli de mercure et d'un

gaz devant empêcher l'oxydation de ce dernier, le tout contenu dans un tube plat, laissant beaucoup mieux passer les rayons lumineux que le tube rond.

Si l'on désire enregistrer également l'inclinaison de l'axe optique, on peut le faire en ajoutant un niveau semblable, mais perpendiculaire à la plaque et n'ayant qu'un petit côté tangent à la surface sensible.

Nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible de déduire, de la trace de deux tubes seulement, l'inclinaison de la chambre dans les deux directions. Nous avons à cet effet fait établir pour une plaque 15 × 18 *cm* deux tubes formant chacun un circuit fermé rectangulaire de 14 × 17,5 *cm*.

Sur le milieu de chacun de grands côtés, nous avons fait brancher perpendiculairement un tube du même diamètre et de 85 *mm* de long, ouvert à son extrémité (Fig. 2). Les parties ouvertes se réunissent deux a deux par un tube à caoutchouc, le tout ayant préalablement été rempli de mercure jusqu'à moitié. Cela forme donc un unsemble de vases communicants, le mercure passant par le tube inférieur, l'air par le tube supérieur. Il ne reste plus qu'à fixer ce bloc dans la chambre, de façon qu'un petit côté de chaque élément de tubes vienne s'appliquer contre l'intérieur des petits côtés de la plaque. La chambre posée bien horizontalement dans tous les sens, on repérera une fois pour toutes les niveaux du mercure, et ces deux rèperes constitueront le point *O*.

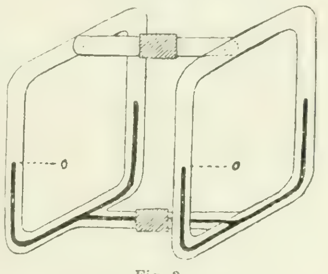


Fig. 2.

Comment maintenant tirer les conclusions de l'emplacement de l'ombre des deux ménisques enregistrés sur la plaque exposée, par rapport au point *O*, qui, comme nous venons de le dire, indique l'emplacement de ces ménisques quand l'appareil est horizontal dans tous les sens?

Au moyen d'un rapporteur construit spécialement pour chaque appareil, on notera le nombre de degrés de droite et de gauche avec leur sens, **plus** au-dessus de zéro, **moins** en dessous de zéro.

La moitié de la somme de ces deux chiffres donnera l'angle de l'inclinaison de l'axe optique; la moitié de la différence de ces deux chiffres donnera l'angle de déversement

En effet, décomposons le mouvement du liquide dans les deux niveaux que nous supposerons indépendants, et désignons les divisions lues par:

A pour le niveau de déversement isolé;
B pour le niveau d'inclinaison de l'axe optique isolé;
C pour le niveau à double effet;
en ajoutant les lettres *d* pour indiquer droite, et *g* pour indiquer gauche, nous aurons:

Premier cas. Chambre horizontale dans toutes les directions:

	A		B		C	
	g	d	g	d	g	d
	0	0	0	0	0	0

Deuxième cas. — Déversement de 5°. Axe optique horizontal:

+ 5	— 5	0	0	+ 5	— 5

Troisième cas. — Déversement de 0°. Axe optique incliné de 8°:

0	0	+ 8	+ 8	+ 8	+ 8

Quatrième cas. — Déversement de 5°. Axe optique incliné de 8°:

+ 5	— 5	+ 8	+ 8	+ 13	+ 3

Si donc nous relevons sur C à gauche + 13, à droite + 3 et que nous prenions:

1°. La moitié de la difference $\frac{13-3}{2}$, nous avons 5° qui indiquent bien le déversement.

2°. La moitié de la somme $\frac{13+3}{2}$, nous trouvons 8° qui est bien l'inclinaison de l'axe optique.

Remarquons enfin que, pour que la graduation des degrés soit bien exacte, il est très important que les quatres tubes verticaux se trouvent à une distance bien uniforme l'un de l'autre.

Appareil pour le relevé des monuments par la Métrophotographie

Der französische Architekt Tourneau ließ in der bekannten Pariser Werkstatte für geodätische Instrumente von Echassoux einen photogrammetrischen Apparat für Architekturaufnahmen konstruieren, der großes Interesse in den französischen Fachkreisen erregt hat.

L'appareil est construit en aluminium, avec soufflet en peau.

Il est monté sur un pied à trois vis calantes et muni de deux niveaux réglables en croix, qui permettent une mise en station parfaitement horizontale.

Les plus grandes précautions ont été prises, au moyen d'armatures en forme de T, pour assurer la rigidité de l'appareil et la permanence de l'angle de 90° entre le plateau de la chambre et la planchette porte-objectif.

Le porte-châssis 13 × 18 *cm* a ses deux axes marqués par des pointes, donnant ainsi la ligne d'horizont et la ligne principale par un simple tracé.

Il est amovible dans un cadre carré, ce qui permet d'obtenir la photographie dans les deux positions, en conservant la ligne d'horizon passant par les pointes.

La caractéristique particulière de cet appareil, ce qui fait son originalité et son utilité particulière, réside dans son tirage extrémement étendu, permettant l'emploi d'objectifs de foyers très variables.

Alors que les Allemands emportent une série d'appareils au point fixe, correspondant à la plupart de besoins prévus, il m'a suffi, pour répondre à toutes les éventualités, d'emporter ce seul appareil me permettant l'emploi

d'objectifs différents, ayant une série de foyers, depuis le foyer minimum de 10 *cm* jusqu' au foyer d'un téléobjectif d'un mètre de tirage.

Le tirage de la chambre peut être lu avec une approximation du $\frac{1}{10}$ de millimètre.

Il faut avoir des objectifs couvrant beaucoup plus que la plaque 13 × 18 *cm*, car il peut être très utile d'avoir un décentrement considérable. J'ai résolu ce problème du maximum de décentrement en évidant la planchette porte-objectiv autant qu'il était possible et en faisant coulisser dans cette planchette un carré dans lequel est vissé l'objectif; à chaque extrémité de ce carré se trouve fixé un long rideau en bois, qui assure l'occlusion parfaite de l'évidement de la planchette porte-objectif, quelque soit la position de l'objectif par rapport à l'axe de l'appareil.

Le décentrement par rapport à la ligne d'horizon marqué par les pointes peut être lu avec une approximation du $\frac{1}{10}$ de millimètre.

Ce dispositif, suggéré par la vue des appareils allemands, m'a rendu les plus grands services.

Enfin mon apparail me permet de prendre des photographies en perspective conique répondant a cette condition, essentielle pour l'obtention de géométraux, d'avoir des verticales fuyant à la ligne principale.

A cet effet, je l'ai muni d'un prisme construit par la maison Ross, tournant dans un cercle gradué permettant de lire les angles en ayant soin que les axes optiques continuent de coincider.

Cet appareil a été minuteusement réglé de telle façon que, quelque soit l'objectif employé, qu'il soit muni ou non du prisme, cet objectif étant placé au zéro de la graduation de la planchette porte-objectif, et quelle que soit la position du porte-chassis, l'axe optique de l'objectif passe par l'intersection des deux axes marqués par les pointes, même quand on fait subir un mouvement de rotation au prisme.

J'ai pu obtenir avec ce seul appareil, ainsi construit, ainsi réglé, toutes les photographies, autrement dit perspectives, dont j'ai eu besoin, en connaissant la distance principale, la ligne d'horizont et des perspectives coniques, permettant d'établir avec certitude des géométraux.

Colonel A. Laussedat

by L. Deville, Surveyor General in Canada

In March of 1907, the members of the Alpine Club of Canada were grieved to learn the death of Col. Aimé Laussedat, a distinguished honorary member of the club, after a short illness of only six days. Although eighty-nine years old, he had, during the preceding summer, made what he called a pleasure trip to Italy, but which actually was a visit to the scientific establishments and an investigation of their work. The fatigue of the trip

proved too much for him and shortly after his return he became seriously ill. A good long rest at his country place restored his health. Feeling quite strong, he came back to his Paris residence for taking part in a vote at the academy of Sciences; he had also arranged to give, on March 24th, a lecture in which particular mention was to be made of Canada and of the honour conferred upon him by giving his name to one of the Rocky Mountain peaks. Alas! six days before the date of the lecture, the recent illness had returned and carried him away.

Born in 1819, Laussedat was admitted to the Ecole Polytechnique in 1838, graduating in 1840 as an officer of engineers. As captain of engineers, he was detailed in 1846—1848 to survey the Pyrennées mountains in connection with the franco- spanish boundary. It was while making this survey that he conceived the idea of the application of perspective to surveying, his perspectives being drawn by means of a camera lucida of his own invention. After the discovery of photography, the method developed into photographic surveying, or, as it is now called, photogrammetry.

From 1856 to 1870, he was professor of astronomy and geodesy at the Ecole Polytechnique, commissioner for the franco-german boundary in 1871—1873, director of studies at the Ecole Polytechnique in 1879—1881, and from 1881 to 1900 director of the Conservatoire des Arts et Métiers, the french counterpart of the South Kensingtion museum. He was Grand Cross of the Legion of Honour, Colonel of Engineers and a member of the Academy of Sciences. The list of Scientific Societies, french and foreign, who considered it an honour to enroll him as a member and were proud to have him as president or vice-president, is too long to be reproduced here.

He was best known as the father of photogrammetry. He was first to lay out the principles of the art and to indicate its applications. His papers, published in 1854, 1859 and 1864, contain a full treatment of the subject and little has been added to his methods since their publication. It was in Canada that photogrammetry received its first practical and extensive application. Laussedat lived long enough to see it adopted in many countries, but Canada had always a warm place in his heart. The trees and plants of the Canadian Rockies, which he owed to a delicate attention of our president, were shown with pride to every visitor to his park and were the object of special care.

He was a most distinguished scientist and an indefatigable worker. He has contributed innumerable articles to scientific papers and periodicals; he was a favourite lecturer and the author of a large number of books. One of his last works, „Researches on topographic instruments, methods and drawing", a masterly treatise of 950 pages, large octavo, was written and published after he was eighty years old. Up to his last day, he maintained an active correspondence with his numerous friends and admirers in France as well as abroad.

Few men in France have been so much in the public eye as Laussedat. He counted among his friends almost every frenchman who had

become prominent either as a scientist, a literateur, an artist or otherwise. An optimist and an enthusiast, he was one of those few fortunate beings who can see only the bright side of human nature; to hear him, his friends were perfection, and all that he knew of them was to their advantage.

A staunch republican, like most of the graduates of the Ecole Polytechnique, he was so shocked by the „coup d'état" when Napoleon III forcibly dissolved parliament and seized the throne that he tendered his resignation to his friend Marshal Vaillant, one of the new emperor's ministers. Vaillant knew Laussedat and appreciated his immense talent: he dissuaded him from this rash step.

In September 1852, he married a Miss Bruel. The coming clash between Austria and the allied armies of France and Italy was already foreseen. Of a practical turn of mind, Laussedat thought that this was a capital opportunity of combining business and pleasure by selecting for the wedding trip the probable scene of the struggle, the Austrian province of Venetia. It so happened that in their rambles, the couple came to the neighbourhood of fortifications: the unfeeling Austrian police pretended that their behaviour was suspicious and rudely interrupted the honeymoon by clapping them in jail. How, before being searched, Laussedat managed to get rid of his surveying instruments and how he demonstrated that he and his wife were just innocent tourists, is another story. They were eventually released, but not without a gentle hint to clear out before the authorities had time to change their mind. The result of this early experience for Mrs. Laussedat was a deep rooted conviction that her husband's zeal and impulsive temperament might at times carry him too far and henceforth she always took care to counsel prudence and circumspection.

But there is no watchfulness so constant that it will never relax and it might do so, for instance, just as a balloon ascension was preparing for the elucidation of some obscure point of meteorology. Who could resist such a temptation? Surely not Laussedat, and could any one be blamed if, after a rough landing he had to be placed in the doctor's hands?

The lovable nature of the man was best appreciated in the intimacy of his home. Those who have had the good fortune to enjoy the hospitality of his beautiful country place, „The priory" remember him as a delightful conversationalist. Having known personally all the prominent men of his time and been an actor in most of the great events of french contemporary history, he had an inexhaustible fund to draw upon. To listen to him telling his reminiscences of men and things and explaining what had taken place behind the scenes, was a treat never to be forgotten.

Réglement du concours pour le prix de la section Laussedat de la Société française de Photographie:

1. Un concours est institué sur la proposition de la Section Laussedat, par la Société française de Photographie. Pour récompenser l'auteur de la meilleure méthode et des meilleurs appareils de photographie aérienne. Les photographies devront être prises avec un appareil fonctionnant automatiquement et enlevé à un minimum de 100 *m* au-dessus du sol par un engin tel que cerf-volant, ballon non monté (libre ou captif), fusée, etc.

2. Pourront prendre part à ce concours tous les photographes, amateurs ou professionnels, français et étrangers.

3. Les épreuves, pour être admises à concourir, devront représenter des vues de la terre. Une déclaration signée par le concurrent devra accompagner l'envoi et spécifier dans quelles conditions la photographie a été prise. Ces détails devront être annexes à l'épreuve sous forme anonyme et certifiés exacts par vue declaration signée renfermée dans l'enveloppe cachette (voir art. 9).

4. Un jury spécial décidera si les épreuves présentées remplissent les conditions ci-dessus indiquées et si, par conséquent, elles pourront être admises au concours.

5. Les épreuves pourront être de tous formats, tirées sur papier quelquonque ou sur verre, mais tirées directement du cliché; elles pourront cependant être accompagnées d'épreuves agrandies dans le format qui doit servir à la restitution. On donnera deux épreuves directes de chaque cliché dont, au moins, une non montée. Les épreuves stéréoscopiques seront admises et aussi les épreuves sur verre, ces dernières lorsqu'elles serviront pratiquement au procédé.

6. Le nombre des épreuves que pourra présenter un même concurrent n'est pas limité, mais ne pourra être inférieur à quatre vues simples ou quatre vues stéréoscopiques.

7. Les deuxièmes épreuves non montées resteront la propriété de la Section Laussedat de la Société française de Photographie, qui les classera dans ses archives, afin de permettre aux membres de la Société de les consulter.

8. Les envois devront parvenir francs de port au Secrétarial de la Société française de Photographie, 51, rue de Clichy, Paris, avant le 30. juni 1910. Ils porteront la mention: Concours de la Section Laussedat.

9. Les envois ne devront présenter aucune indication d'origine; ils seront accompagnés d'une enveloppe sur laquelle on aura inscrit une devise ou un pseudonyme quelconque. A l'intérieur de cette enveloppe se trouveront le nom et l'adresse du concurrent avec une déclaration signée de lui, certifiant que les photographies sont entièrement son oeuvre, qu'elles ne sont pas des reproductions de dessins ou d'autres photographies, et qu'elles ont été prises avec une chambre construite par tel ou tel. Les

enveloppes ne seront décachetées qu'après le classement, en présence du jury. Les concurrents devront reproduire au dos de leurs envois la devise ou le pseudonyme qu'ils auront adopté.

10. Pendant les six mois qui suivront la clôture du concours, la Société française de Photographie aura seule le droit de publier les oeuvres primées.

11. Les récompenses seront décernées aussi tôt après la fermeture du concours par un jury spécial dont les noms seront publiés; le jury devra comprendre 10 ou 12 membres et sera constitué par les soins de la Société française de Photographie; celle-ci devra chercher à y faire aussi figurer des membres des diverses sociétés que la question peut intéresser, telles, par exemples, la Commission scientifique de l'Aéro-Club de France, la Société française de Navigation aérienne, la Société de Topographie de France et également aussi le Service géographique de l'Armée et le Service hydrographique de la Marine.

12. Le jury pourra, s'il le juge nécessaire, demonder communication des clichés et de l'appareil employé.

13. Il sera décerné comme premier prix une médaille d'argent, de Roty, à l'effigie du colonel Laussedat et cinq cents francs en espèces.

14. Un second prix comprendra une médaille de bronze semblable à la précédente et cent francs en espèces.

15. Dans le cas où les envois seraient jugés insuffisants, le jury pourra soit reporter la totalité du premier prix (médaille et espèces) à un autre concours qui aura lieu un an après, soit diviser le prix en deux: 250 Fr. à attribuer pour le concours de 1910, et 250 Fr. pour le concours de 1911. L'attribution de la médaille d'argent serait alors reservée jusqu'au second concours et le jury chargé de décider si elle devra être jointe au prix de 250 Fr. attribué au lauréat de ce concours ou à celui de l'année précédente.

Il pourra encore être distribué dans un même concours deux prix de 250 Fr.; dans ce dernier cas, le jury aurait la faculté de joindre la médaille à l'un de ces deux prix.

16. Si un même photographe fait plusieurs envois portant des devises ou des pseudonymes différents, l'un deux seulement pourra être primé.

17. Une exposition publique des oeuvres des lauréats et les appareils photographiques, si le lauréat le désire, aura lieu après le concours, dans le local de la Société française de Photographie.

18. Aucune épreuve ne pourra être retirée de l'exposition avant sa clôture.

19. Les photographies et les appareils seront à la disposition de leurs propriétaires aussi tôt après la clôture de l'exposition. Les photographies non réclamées sous un délai de trois mois après la fermeture de l'exposition deviendront la propriété de la Société française de Photographie.

20. La Société française de Photographie s'engage à prendre le plus grand soin des envois qui lui seront faits, mais elle n'assume aucune respensabilité en cas d'incendie, de vol ou d'acci deux quelconque.

21. Les concurrents déclarent avoir pris connaissance du règlement du concours et y adhérer sans réserve.

Les concurrents devront donner le plus de renseignements possibles sur la désignation du sujet représenté, la date, l'heure, les conditions atmosphériques, le type d'objectif employé, le diaphragme, la distance focale, le type d'obturateur, le temps de pose, l'altitude, l'inclinaison de l'axe optique par rapport à la verticale etc, soit le plus de renseignements possible d'ordre topographique.

23. Toutes les difficultés qui pourront s'élever au sujet du concours ou de l'exposition seront tranchées sans appel par le jury.

24. Pour l'appréciation de la valeur relative des appareils, épreuve et restitutions topographiques présentées, le jury tiendra compte des conditions diverses à enregistrer et qui sont les suivantes (indépendamment de la régularité et de la sûreté du fonctionnement):

L'enregistrement automatique des angles de l'axe optique et de déversement, ainsi que de l'altitude.

Il sera également tenu compte du poids de l'appareil et de ses accessoires en relation avec le format et la distance focale.

23. Les concurrents ayant adhéré au concours pourront, sur demande, consulter à la Bibliothèque de la Société française de Photographie les Ouvrages spéciaux relatifs à la question. Une liste bibliographique sur ce qui a déjà été foit dans cet ordre d'idées sera mise à leur disposition.

Anmerkung. Emil Wenz, ein durch seine photographischen Arbeiten verschiedener Art hervorragendes Mitglied der Société française de Photographie, hat Ende 1908 den Betrag von 500 Fr, den er als Preis fur die mit seinem Apparate erhaltenen äußerst gelungenen Drachenaufnahmen erhalten hat, der Sektion Laussedat fur einen Preis zur Verfugung gestellt mit der Bestimmung, daß derselbe für Ballonaufnahmen verliehen werde.

Graf de la Baume-Pluvinel widmete 100 Fr. für denselben Zweck und die Witwe des Obersten Laussedat übermittelte zu dem gleichen Zwecke der Jury eine silberne Medaille mit dem Bildnisse Laussedats, das von dem bekannten Künstler Roty graviert wurde.

Die Bewerbung um den ausgesetzten Preis wurde bis Ende Juni 1912 verlängert..

Kleinere Mitteilungen.

Prof. Dr. Karl Koppe †. Karl Koppe ist am 9. Jänner 1844 zu Soest in Westfalen geboren, wo sein Vater K. Friedr. Aug. Koppe als Professor der Mathematik und Physik an dem dortigen Gymnasium wirkte und durch seine vortrefflichen mathematischen Lehrbücher in Deutschland bekannt war. Koppe studierte im Jahre 1864 in Bonn und von 1865 bis 1868 an der Bauakademie in Berlin. Nach absolvierten technischen Studien trat er als Ingenieur in den Dienst der Rheinischen Eisenbahn und hatte vielfach Gelegenheit, lehrreiche Eisenbahnvorarbeiten zu machen.

Im Jahre 1872 übernahm er die Leitung der geodätischen Arbeiten am Gotthard-Tunnel; er erledigte sich dieser schwierigen und verantwortungsvollen Aufgabe in glänzender Weise und aus seinen einschlägigen Publikationen bekommt man ein klares Bild über die Anlage und Durchführung der geodätischen Arbeiten und über die Resultate, die erzielt worden sind.

Von großem Interesse sind Koppes Arbeiten über das Haarhygrometer und seine gründlichen Studien über Aneroidbarometer und ihre Verwendung zur Höhenmessung.

Die Berufung Koppes zum Lehrer der Geodäsie an die herzogl. technische Hochschule zu Braunschweig fällt in das Jahr 1881; Koppe widmete sich mit großer Liebe und Hingebung dem Lehramte und erfreute sich allgemeiner, großer Beliebtheit bei seinen Kollegen und bei der Studentenschaft.

Koppe begann Mitte der Achtzigerjahre sich mit der Photogrammetrie theoretisch und praktisch zu befassen; der Mechaniker Randhagen in Hannover baute nach seinen Angaben einen vorzüglichen Phototheodolit und im Jahre 1888 erschien bei Schwier in Weimar sein grundlegendes Werk: Die Photogrammetrie oder Bildmeßkunst. Prof. Koppe setzte seine photogrammetrischen Studien fort und als Frucht seiner Forschungen sind anzusehen die Präzisionsphotogrammetrie, die wohldurchdachten Phototheodolite, welche im mathematisch-mechanischen Institute von Günther und Tegetmeyer in Braunschweig tadellos ausgeführt worden sind und das verdienstvolle Werk: Die Photogrammetrie und die internationale Wolkenmessung, Vieweg, Braunschweig 1897.

Im Jahre 1895 wurde Koppe in die wissenschaftliche Kommission für den Bau einer Jungfraubahn gewählt; er führte mit seinen von Günther hergestellten Instrumenten eine photogrammetrische Präzisionsaufnahme aus, welche die für den Bau erforderlichen Höhenpläne lieferte.

Er zeigte, mit welch großem Vorteile das photogrammetrische Verfahren in den Dienst der internationalen Wolkenbeobachtung gestellt werden könne und verwendete eine sinnreiche Methode zur Plattenausmessung durch das Objektiv, welche es ermöglicht mit Heranziehung eines Hilfsfernrohres Horizontal- und Höhenwinkel unmittelbar im Winkelmaße zu erhalten.

In den letzten Jahren seiner lehramtlichen Tätigkeit und auch im Ruhestande, in den er im Jahre 1904 nach 23jähriger Lehrtätigkeit trat, beschäftigte sich Koppe intensiv mit topographischen Studien und ihrer Verwendung für den Eisenbahnbau.

Um die Kartographie Braunschweigs hat sich Koppe namhafte Verdienste erworben.

Den Abend seines arbeitsreichen Lebens verbrachte Koppe zu Königstein am Taunus: am 10. Dezember 1910 verschied er in Köln am Rhein, wo er ärztlichen Rat suchte.

Nachstehend folgen die Arbeiten photogrammetrischen Inhaltes, die Koppe verfaßt hat:

Bücher:

1. Die Photogrammetrie oder Bildmeßkunst. Schwier, Weimar 1889.
2. Photogrammetrie und internationale Wolkenmessung. Vieweg, Braunschweig 1897;

Journalabhandlungen finden sich in der „Schweizerischen Bauzeitung", im „Globus" usw.

Ein gelungenes Porträt von Oberst Laussedat. Im „Bulletin de la Société française de Photographie" vom Juli 1910 findet sich ein ausgezeichnetes Porträt des Begründers der Photogrammetrie, Oberst A. Laussedat, des ehemaligen Präsidenten der Société française de Photographie, welches nach einem Klischee von Piron durch den Graveur Dujardin hergestellt wurde.

Verehrer Laussedats werden auf dieses Porträt ganz besonders aufmerksam gemacht.

Auszeichnung auf der Jubiläums-Verkehrsausstellung in Buenos-Aires. Das k. u. k. Militärgeographische Institut in Wien hat auf der Jubiläums-Verkehrsausstellung in Buenos-Aires eine größere Anzahl von Kartenwerken aus-

gestellt, welche die im Institute verwendeten Methoden der Herstellung der Karten, die Reproduktion derselben usw. nach den Berichten der Fachblätter in lehrreicher und zugleich imponierender und glänzender Weise den Besuchern vorführten. Die Jury hat dem k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien, auf dessen Leistungen Österreich stolz sein kann, den Grand prix zuerkannt.

Selbstredend kamen gelegentlich dieser Exposition die Kartenwerke zur Demonstration, bei welchen die photographische Meßkunst insbesondere zur naturtreuen Darstellung des Hochgebirges mit Erfolg mitgewirkt hat. Auch waren die stereophotogrammetrischen Arbeiten von der Ortlergruppe ausgestellt, welche mit dem Stereo-Autograph des k. u. k. Oberleutnant E. v. Orel hergestellt worden sind und die bereits bei der Internationalen photographischen Ausstellung in Dresden 1909 ganz besonderes Interesse der Fachkreise erregt haben.

Forschungsreisen in die Südpolargebiete. Es ist nicht unbekannt, daß in Deutschland eine Antarktische Expedition in Vorbereitung sich befindet; am 3. Jänner d. J. fand unter dem Vorsitze des Prinzen Heinrich von Preußen im Generalstabsgebäude zu Berlin die konstituierende Versammlung des Komitees für die Filchnersche Südpolarexpedition statt.

Auch in Australien werden von zwei Reisegefährten Shackletons: F. Mackay und dem Geologen D. Mawson Vorbereitungen getroffen, um zur Erforschung des Südpolargebietes in zwei getrennten Expeditionen auszufahren.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Photographische Meßkunst zur raschen Vermessung eminente Vorteile bieten müßte, ebenso wie sie zu Positionsbestimmungen mit Nutzen herangezogen werden könnte.

Geschultes, erfahrenes Personal müßte entschieden im Dienste der Vermessung tätig sein und würde Überraschendes leisten.

Astronomische Ortsbestimmung im Ballon. Die Frage der Bestimmung des Ortes eines Luftballons ist nicht nur für die Luftschiffahrt als solche, sondern für die Vermessung aus dem Luftschiffe von der allergrößten Bedeutung. Es ist daher gewiß von Interesse, wenn nachfolgend auf die Bestrebungen, den Ballonort auf astronomischem Wege festzulegen, hingewiesen und auf die einschlägige Literatur aufmerksam gemacht wird.

Das grundlegende Buch zum Studium dieser Frage ist: Professor Dr. A. Marcuse: Astronomische Ortsbestimmung im Ballon. Berlin 1909.

Ferner sind anzuführen die Journalabhandlungen:

1. A. Marcuse: Navigation in der Luft in „Aeronautische Mitteilungen" 1907.
2. K. Schwarzschild: „Über einen Transformator zur Auflösung sphärischer Dreiecke, besonders für Zwecke der Ortsbestimmung im Ballon" in „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1910.
3. A. Brill: „Ein Beitrag zur Astronomischen Ortsbestimmung im Ballon" in „Illa — Wochenrundschau" 1910.
4. O. Voigt: „Ein Beitrag zur astronomischen Ortsbestimmung im Ballon" in „Luftschiffahrt, Flugtechnik und Sport" 1910.
5. A. Leick: „Zur astronomischen Längenbestimmung im Ballon" in „Illustrierte aeronautische Mitteilungen" 1910.
6. v. Kobbe: „Über astronomische Ortsbestimmung im Luftschiff" in „Annalen der Hydrographie" 1910.
7. E. Kohlschütter: „Einheitliche Methoden für die astronomische Ortsbestimmung im Ballon" in „Annalen der Hydrographie" 1909 und das Tafelwerk:
8. Schwarzschild und Birk: Tafeln zur astronomischen Ortsbestimmung im Ballon bei Nacht, Göttingen Verlag Vandenhoek & Ruprecht.

Enquists Gletscherforschungen in Lappland. Der Amanuensis Fr. Enquist hat von Mitte Juli bis Mitte August 1910 mit Unterstützung des Hedin-Fonds der Schwedischen Geographischen Gesellschaft eine Aufnahme der Gletscherwelt des Kebnekaise, des höchsten Gipfels von Schweden, mittels der

Photogrammetrie ausgeführt und sieben Gletscher des Kebnekaise und vier Gletscher des Kaskasatjakko vermessen. Die wichtigsten Höhen wurden auch mit Aneroiden und Kapthermometern ermittelt. Zugleich wurden die Veränderungen in der Ausdehnung der Gletscher seit 1897 und 1908 festgestellt, deren Rückgang bis zu 30 *m* beträgt. Außer rein topographischen Aufnahmen wurden Untersuchungen der Endmoränen und ihrer Verteilung angestellt.

Stereophotogrammetrische Aufnahmen für Trassierungszwecke in Bosnien. Vor nahezu 20 Jahren wurde der Plan vielfach in den Tages- und Fachblättern besprochen, wonach eine zweite Bahnverbindung des dalmatinischen Hinterlandes Bosniens und der Herzegowina mit der Adria in wirtschaftlicher Beziehung von der größten Tragweite erkannt wurde. Und bereits in der ersten Hälfte der Neunzigerjahre des verflossenen Jahrhunderts wurden generelle Trassenstudien von Bugojno über Kupres nach Aržano durchgeführt; zu einem Bahnbaue kam es aus verschiedenen Gründen nicht. In den letzten Jahren beschäftigt sich neuerdings die österreichische und ungarische Regierung sowie die bosnische Landesregierung mit dieser wichtigen Bahnlinie. Im verflossenen Sommer hat behördlich autorisierter Geometer S. Truck, zwischen Bugojno am Vrbas und Aržano ausgedehnte tachymetrisch-stereophotogrammetrische Aufnahmen ausgeführt, auf Grund welcher nunmehr die Trassenstudien abgeschlossen werden sollen.

Das Terrain jener Gegenden ist für eine kombinierte Methode: Stereophotogrammetrie und Tachymetrie wie geschaffen und es freut und gereicht uns zur Genugtuung, daß sich die einzig richtige Erkenntnis Bahn bricht, daß es unbedingt ausgeschlossen ist, ausschließlich stereophotogrammetrisch eine Terrainaufnahme für Trassenstudien bewältigen zu können. Nur durch eine überlegte Kombination der Tachymetrie mit der Stereophotogrammetrie, welche sich auf eine entsprechende Anzahl von Kontrollpunkten stützt, kann ein brauchbares Elaborat für den trassierenden Ingenieur gewonnen werden.

Freiheit der Photographie in Österreich in Gefahr. In allen Kulturstaaten gilt die Photographie mit Recht als Kunst und demnach als freies Gewerbe, ihr kommt ein künstlerischer und wissenschaftlicher Charakter zu, welcher ihr unbedingt höhere Rechte als dem gewöhnlichen Handwerke verleiht.

Seit Jahr und Tag arbeitet ein großer Kreis von Photographen Österreichs, gestützt von mächtigen und einflußreichen Faktoren mit unermüdlichen Eifer daran, die Photographie im Verordnungswege als handwerksmäßiges Gewerbe zu deklarieren, wodurch die Freiheit der künstlerischen und wissenschaftlichen Photographie sowie die Interessen der Industrie in hohem Maße bedroht erscheinen.

Die Photographie hat sich seit ihrer Erfindung durch Daguerre, welcher ein Maler war und dessen Erfindung von der französischen Regierung über Antrag französischer Akademiker angekauft und für die ganze Welt freigegeben wurde, nur durch Arbeiten von Physikern, Chemikern, Technikern, Künstlern und Gelehrten in jeder Richtung entwickelt. Die Trockenplatte, die modernen Kopierverfahren, der Platindruck, Gummidruck, die Farbenphotographie, die Diapositiv- und Projektionsphotographie und alle unzähligen photographischen Verfahren stammen bekanntlich von Forschern, die mit dem Handwerke absolut nichts zu tun hatten. Ebenso steht es mit der Kunstphotographie. Erst durch das Eingreifen von Amateurkünstlern, deren Betätigung von den Berufsphotographen sogar heftig bekämpft wurde, hob sie sich zur Höhe der modernen künstlerischen Porträt- und Landschaftsphotographie empor.

Ein akademischer Maler, ein Architekt, ein Techniker usw., bei welchen die Photographie in streng objektiver Weise das Auge des Forschers ersetzt, ihnen Materiale für ihre Studien liefert, das sie sich bis heute in Österreich, wie in allen anderen Kulturstaaten selbst mit ihrem photographischen Apparate beschaffen, sollen eventuell nach dem Wunsche der handwerksmäßigen Photographen einen Befähigungsnachweis erwerben, für eine Beschäftigung, die in allen Staaten mit Recht als Kunst und demnach als freies Gewerbe behandelt wird.

Die Photographie ist in freier Entwicklung groß geworden, sie wird sich in der ganzen Welt im freien Wettbewerbe ungestört entwickeln dürfen, nur in Österreich soll durch eine zünftlerische Beschränkung die wissenschaftliche, künstlerische und Amateurphotographie unterbunden und die akademisch Gebildeten von der berufsmäßigen Verwertung ihrer photographischen Arbeiten ausgesperrt werden. Es wird sich in Österreich wohl kein Minister finden, der eine solche Verordnung unterschreiben würde; das halten wir für ausgeschlossen.

Vorträge über „Photographische Meßkunst" auf dem „internationalen Kongresse für Photographie zu Brüssel im August 1910". Es sind drei Vorträge in französischer Sprache gehalten worden, und zwar:

1. La Métrophotographie au Canada von E. Deville.

2. Photographie aérienne de précision von Th. Saconney, capitaine de Génie.

3. La Topophotographie von C. Tardivo, Geniehauptmann, von welchen nachfolgend eine kurze Inhaltsangabe gegeben wird.

Ad. 1. In Kanada hat schon Ende der Achtzigerjahre die Photogrammetrie eine ausgedehnte praktische Anwendung gefunden; es wurde ein Areal in der Ausdehnung von Belgien und Holland photogrammetrisch festgelegt. Die Arbeiten wurden im Jahre 1888 von der Katasterbehörde (Service du cadastre) im Felsengebirge begonnen, wo ein Terrainstreifen von 60 bis 100 *km* Breite aufgenommen wurde, der die kanadische Pacificbahn enthält. Die Karte wurde unter der Leitung der Topographen J. M. Artur und A. O. Wheeler im Maße 1 : 60.000 angefertigt.

Die interessanteste Anwendung der Photogrammetrie ist diejenige zur Feststellung der Grenze zwischen Alaska und Kanada, in schwer zugänglichen Berggegenden, die stets in Nebel gehüllt sind und wo der Regen kaum aufhört. Die Ingenieure der Grenzkommission haben mit Geschick die schöne Zeit benutzt und haben in drei kurzen Sommern 1000 *km* der Grenze festgelegt, wodurch es Kanada möglich war, in dem Grenzstreite mit den Vereinigten Staaten einen bedeutenden Teil an der Küste des pazifischen Ozeans für Kanada zu gewinnen und in dem folgenden Vertrage die Bergketten als natürliche Grenzen zu wählen. Die Methode der photographischen Aufnahme war die von Oberst Laussedat angegebene, das Verfahren des Rayonierens und Schneidens (méthode de l'intersection). Man darf aber nicht glauben, wie es manche Kritiker tun, daß die photographische Aufnahmsmethode ausschließlich zur Anwendung gelangte, nein, die kanadischen Vermessungsingenieure wandten sie an, wenn sie Vorteile bot. Jede Methode kommt zur Anwendung, und zwar dort, wo sie am Platze ist. Wenn gesagt oder geschrieben wird, die topographische Aufnahme in Kanada wurde auf photogrammetrischem Wege ausgeführt, so mag festgehalten werden, daß hierbei der Photographie die Hauptrolle zugefallen ist.

Ad. 2. Die Ausführungen des Capitaine Saconney hatten den Zweck, ein von diesem Offizier erdachtes Präzisionsverfahren zu erläutern, das gestattet, aus Photographien, welche mit einem auf einem Ballon oder Drachen frei befestigten photogrammetrischen Apparate erhalten werden, topographische Karten herzustellen.

Die Schwierigkeiten, welche sich bei Verwendung von photographischen Aeroaufnahmen zu geometrischen Konstruktionen bieten, rühren davon her, daß die Kamera Oszillationen unterworfen ist und daher die Bildebene in jedem Augenblicke ihre Neigung ändert. Zu diesem Zwecke ist es unbedingt notwendig, den Grad der Schwenkung und die Größe der Neigung der Kamera im Momente der Aufnahme zu kennen.

Saconney, der sich schon viele Jahre mit der Auswertung der Ballonaufnahmen der topographischen Aufnahmen beschäftigt, hat ein Mittel gefunden, aus den photographischen Aufnahmen allein die Neigung der optischen Achse, beziehungsweise die Neigung der Bildebene abzuleiten; er verwendet hierbei die [illegible] [illegible]

Das erste Mittel, welches Saconney angibt, zeigt, wie die Grenzen der Neigungen der erwähnten Kamerabestandteile bis auf eine bestimmte Genauigkeit ermittelt werden.

Dies zweite Mittel lehrt, wie man, sei es durch Konstruktion oder durch Rechnung, einen genauen Wert für die angeführten Neigungen erhalten kann.

Saconney hat dann in seinem Vortrage praktische, von ihm durchgeführte Aufnahmen vorgeführt, an welchen er seine Methoden angewendet hat. Auf die von ihm angegebene Weise ist er imstande, tatsächlich Präzisionsaufnahmen aus dem Ballon oder einem anderen Luftfahrzeug für topographische Zwecke zu gewinnen.

Ad 3. Unter Topophotographie versteht man die Verwertung der Photographien für topographische Zwecke: es werden die Photographien als Hilfsmittel benützt, um dem Topographen die Möglichkeit zu bieten, rasch Messungen mittels der Photographien zu bewirken und die topographische Karte mit den konventionellen Zeichen zu versehen.

Tardivo denkt sich eine weit größere und tiefere Ausnützung des photographischen Bildes, es soll neben einer weit größeren Zahl von Maßen auch noch dazu verwendet werden, ein getreues Abbild der Erdoberfläche mit allem Detail, eine Art Porträt des Terrains zu geben.

Auf diese Weise betreten wir nach Tardivo ein bedeutend erweitertes und praktischeres Feld der Anwendung für die Photographie, denn unsere Länder sind nach allen Richtungen ausgemessen, das Militär und die Katasterbehörden haben ihre Karten angefertigt, die in verschiedenen Maßstäben hergestellt werden können; es kommt daher die Topophotographie in dem eingangs angegebenen Sinne nur mehr zur Anwendung bei Aufnahmen noch nicht vermessener, unbekannter Gebiete, wenn es sich um die Vermessung von Transsibirien, der Kolonien usw. handelt. Die Topophotographie, wie sich dieselbe Tardivo denkt, kommt hingegen auch in Gegenden zur Anwendung, von welchen topographische Karten bereits vorliegen; sie liefert ja alles Detail, wie es sonst keine geodätische Aufnahme bietet, eine genaue Terrainphysiognomie, ein getreues Antlitz der Erde.

Ein derartiger Versuch wurde von Tardivo mit Erfolg gemacht: der Lauf der Tiber wurde auf eine Länge von 50 *km* aus dem Ballon aufgenommen, ebenso wird die archäologische Zone von Rom auf diese Weise in einer Karte dargestellt.

Auf dem Kongresse wurden Proben der Arbeiten Tardivos in Karten exponiert, die durch ihre Dimensionen und Schönheit der Darstellung Bewunderung erregt haben.

Internationale Industrie- und Gewerbe-Ausstellung Turin 1911. — Wettbewerb für Photographie. Der Geschäftsausschuß der Internationalen Industrie- und Gewerbeausstellung von Turin hat einen großen Wettbewerb für Photographie arrangiert, der in den Ausstellungsräumen der italienischen Sektion, Gruppe III: „Die Photographie und ihre Anwendung" während der Dauer der Ausstellung April—Oktober zum Austrag kommen soll.

Die Kategorie dieses Wettbewerbes, welche Interessenten der Photogrammetrie tangiert, ist: Wissenschaftliche Photographie, für welche von dem mit 11.000 Lire bemessenen Betrage 3500 Lire für Preise ausgeworfen sind, und zwar entfallen:

für anthropologische und Verbrecherphotographie	Lire	500
„ Radiographie	„	500
„ Mikrophotographie	„	500
„ Himmelsphotographie	„	500
„ Photographien aus dem Ballon	„	500 und
„ stereoskopische Photographie	„	500

III. Ferienkurs für Stereophotogrammetrie in Jena. Heuer fanden in der Zeit vom 24. bis 29. April in Jena zum dritten Male Vorträge und Demonstrationen

über Stereophotogrammetrie statt, welche wie in den früheren Jahren Dr. C. Pulfrich geleitet hat.

Wie zu erwarten war, hat auch dieser Kurs eine gute Frequenz aufzuweisen, welche ein sprechendes Zeugnis dafür liefert, daß die Stereophotogrammetrie mit Recht ihre alte Anziehungskraft bewahrt hat.

Literaturbericht.

Lexikon für Photographie und Reproduktionstechnik (Chemigraphie, Lichtdruck, Heliogravüre). Unter Mitarbeit der Herren: Fabriksleiter Th. Bentzen, Charlottenburg; Professor E. Doležal, k. k. technische Hochschule in Wien; Dr. Gundlach, Jena; Schriftsteller Fritz Hansen, Berlin; Dr. med. Hartung, Dresden; Hauptmann a. D. Hildebrandt, Charlottenburg; Dr. W. Kösters, Charlottenburg; J. Krämer, Wormersdorf; Direktor Dr. Kuhfahl, Dresden; Dr. Marten, Potsdam; Dr. jur. A. v. Philipsborn, München; Dr. W. Rheden, Wien; R. Ruß, München; Direktor Hans Schmidt, Berlin-Lankwitz; H. Silbermann, Berlin; Professor Dr. Sommerfeld, Tübingen; Fachlehrer Hans Spörl, München; H. Traut, München; Abteilungsvorstand W. Urban, München; Fabriksleiter H. Wandrowsky, Dresden; Professor Dr. Wandollek, Dresden; Redakteur K. W. Wolf-Czapek, Berlin und k. k. Ministerialrat Karl Worel, Graz, bearbeitet und herausgegeben von Professor G. H. Emmerich, Direktor der Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie, Chemigraphie, Lichtdruck und Gravure zu München. Mit 36 Tafeln, enthaltend 249 Einzelabbildungen und 414 Abbildungen im Texte. Wien und Leipzig, A. Hartleben's Verlag, 1910. Preis 15 K = 12·50 Mark.

Die ungeahnte Entwicklung der Photographie, welche heute auf den verschiedensten Gebieten der menschlichen Tätigkeit bald Lehrmeisterin bald unentbehrliche Gehilfin ist, hat auch eine enorm reichhaltige Fachliteratur hervorgerufen, die in verschiedenen Sprachen niedergelegt, das Staunen der Mitwelt erregen muß. Gewiß hat so mancher schon den Mangel eines Werkes empfunden, eines Nachschlagebuches, das in lexikalischer Anordnung das Gesamtgebiet der Lichtbildkunst behandelt. Das Verdienst, ein solches Lexikon der Photographie geschaffen zu haben, gebührt dem rührigen Direktor der Münchner Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie Professor Emmerich.

Er als gewiegter und erprobter Fachmann war sich der Titanenarbeit bewußt, die er zu vollbringen hatte, er schreckte vor dieser Arbeit nicht zurück und seinem Fleiße und seiner Energie dankt nun die deutsche Literatur ein Werk, das mit Fug und Recht als ein „Standart-work" bezeichnet werden kann.

Professor Emmerich ist es gelungen, für die Herausgabe seines Lexikons die Mitarbeit hervorragender und hingebungsvoller Fachmänner zu gewinnen; wir lesen in der vorstehenden Liste Männer der Wissenschaft, bedeutende Vertreter der Praxis und der Industrie.

Wir gehen nachstehend auf den Inhalt näher ein.

Das Emmerichsche Lexikon behandelt folgende Gebiete lexikographisch geordnet:

Das Atelier (Bau und Einrichtung). Die Dunkelkammer. Photographische Chemie. Kameras für Reise, Sport, Atelier und Reproduktion. Bromsilber-Gelatineverfahren samt Entwickler, Fixierbäder, Abschwächer, Verstärker. Kollodium-Emulsionsverfahren. Ferrotypverfahren. Photographische Optik. Elektrizität in der Photographie. Photographische Positivverfahren. Chromatverfahren. Photographische Rohpapiere und ihre Herstellung. Retusche. Rezeptsammlung. Porträtphotographie. Landschaftphotographie. Momentphotographie. Stereoskopie. Architekturphoto-

graphie. Telephotographie. Ballonphotographie. Farbenphotographie. Projektion. Mikrophotographie. Röntgenphotographie. Gerichtliche Photographie. Reliefphotographie. Photokeramik. Kinematographie. Photogrammetrie. Astrophotographie. Meteorologische Photographie. Botanische und zoologische Photographie. Photographie im Dienste der Physik und Chemie. Photographie für mineralogische Zwecke. Photographisch-wissenschaftliche Untersuchungen. Urheberrecht in der Photographie. Unterrichtswesen. Biographien. Geschichte der Photographie. Ausstellungswesen in der Photographie. Lichtpausverfahren. Chemigraphie. Lichtdruck. Heliogravüre.

Es gibt somit kein Stoffgebiet, das nicht in Emmerichs Lexikon behandelt oder erwähnt ist.

Die „Photographische Meßkunst", „Photo- und Stereophotogrammetrie" hat der Rezensent bearbeitet; Tafel 27 bringt die erläuternden Figuren zu den bezüglichen Stichworten und Abbildungen von den Hauptvertretern der photogrammetrischen Instrumente.

Die Prüfung der einzelnen Stichworte zeigt, wie es ja bei den auserlesenen Mitarbeitern nicht anders zu erwarten ist, daß die einzelnen Themen trotz knapper Behandlung in überraschender Vollständigkeit, Gründlichkeit und Verläßlichkeit abgefaßt sind, so zwar, daß der Leser über das gesamte Gebiet der photographischen Wissenschaft und Technik befriedigende Aufklärung erhält.

Mit welcher Liebe sind die Stichworte über den Bau und Einrichtung des Ateliers, das Unterrichtswesen vom Herausgeber verfaßt, mit welcher Gründlichkeit sind die Referate über Astrophotographie von Dr. Rheden, die meteorologische Photographie, die Photographie im Dienste der Physik und Chemie, die Photographie für mineralogische Zwecke, die Kinematographie, die photographische Optik, die Ballonphotographie usw.

Sehr verdienstvoll ist es auch, daß das Lexikon einige Hundert (473) Biographien von Persönlichkeiten, die für die Photographie Bedeutung erlangt haben. Auch lebenstreue Porträts der hervorragendsten Förderer der Photographie schmücken das schöne Werk. Das Werk ist mit 414 Abbildungen im Texte und 36 gelungenen Tafeln versehen.

Es war für Professor Emmerich gewiß keine Kleinigkeit, den in 45 Referate aufgeteilten Stoff zu ordnen, zu sichten und zu einer Einheit zu verschmelzen. Er hat ein großes Werk geschaffen, wie es in dieser Form die photographische Literatur noch nicht gehabt hat, es ist ein Nachschlagewerk ersten Ranges mit 2892 Stichworten, das künftig in keiner photographischen Bibliothek fehlen wird. Der Berufsphotograph, der Reproduktionstechniker, der Amateur und der Wissenschaftler, sie alle können dem Werke eine Fülle des Interessanten entnehmen.

Wir können das schöne Werk, das den Autor und dem rührigen Verlage zur Ehre gereicht, bestens empfehlen. D.

Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik. Herausgegeben von K. W. Wolf-Czapek unter Mitwirkung von Dr. H. Becker, Berlin (Physik und Chemie); Professor E. Doležal, Wien (Photogrammetrie); Geh. Reg.-Rat Professor Dr. G. Fritsch, Berlin (Anatomie und Anthropologie); Direktor F. Goerke, Berlin (Länderkunde); Dr. H. Hartung, Dresden (Chirurgie und Pathologie); A. Hnatek, Wien (Astronomie und Astrophysik); Professer Dr. G. Klemm, Darmstadt (Mineralogie Geologie); P. Knoll, Berlin (Presse); Dr. P. Marc, München (Bibliothekwissenschaften); Professor Dr. A. Naumann, Dresden (Botanik); Oberleutnant H. Nonn, Mainz (Kriegswissenschaften); Professor Dr. R. A. Reiß, Lausanne (Kriminalistik); Professor Dr. H. A. Schmid, Prag (Kunstgeschichte); Dozent Dr. M. Seddig, Frankfurt a. M. (Ingenieurwesen); Professor Dr. R. Sommer, Gießen (Neurologie und Psychiatrie); Professor Dr. R. Süring, Potsdam (Meteorologie und Ballonphotographie); Professor Dr. B. Wandoleck, Dresden (Zoologie und Physiologie).

Das Werk, das über 500 Druckseiten und gegen 160 Bildertafeln umfassen wird, ist dem Wunsche entsprungen, einmal eine zusammenfassende Darstellung

der Anwendungen der Photographie in Wissenschaft und Technik zu geben. Jedem einzelnen, der auf dem Gebiete der Wissenschaft die Photographie als Forschungsbehelf oder Illustrationsmittel verwenden will, kommt, wenn er auf den bereits vorhandenen Grundlagen weiter bauen will, bald zur Erkenntnis, daß es sehr mühsam ist, die Quellen ausfindig zu machen und das herauszusuchen, was den speziellen Anforderungen entspricht; all dies erfordert eine unverhältnismäßige Arbeit, die nun durch die Herausgabe dieses Werkes erspart oder zumindest erleichtert werden soll.

Die Anlage und Gliederung des Werkes ist aus folgender Aufstellung ersichtlich:

I. Teil: Anorganische Naturwissenschaften.

1. Physik und Chemie: Dr. H. Becker, Berlin.
2. Astronomie und Astrophysik: A. Hnatek, Wien.
3. Meteorologie: Professor Dr. R. Süring, Potsdam.
4. Mineralogie und Geologie: Professor Dr. G. Klemm, Darmstadt.

II. Teil: Organische Naturwissenschaften.

1. Botanik: Professor Dr. A. Naumann, Dresden.
2. Zoologie und Physiologie: Professor Dr. B. Wandolleck, Dresden.
3. Anatomie: Geh. Rat, Professor Dr. G. Fritsch, Berlin.
4. Chirurgie und Pathologie: Dr. G. Hartung, Dresden.
5. Neurologie und Psychiatrie: Professor Dr. R. Sommer, Giesen.

III. Teil: Technik.

1. Photogrammetrie: Professor E. Doležal, Wien.
2. Ballonphotographie: Professor Dr. R. Süring, Potsdam.
3. Kriegswissenschaften: Oberleutnant H. Nonn, Mainz.
4. Ingenieurwesen und Industrie: Dozent Dr. M. Seddig, Frankfurt a. M.

IV. Teil: Soziale Aufgaben.

1. Länderkunde: Direktor F. Goerke, Berlin.
2. Anthropologie: Geh. Rat, Professor Dr. G. Fritsch, Berlin.
3. Kriminalistik: Professor Dr. R. A. Reiß, Lausanne.
4. Bibliothekwesen: Dr. P. Marc, München.
5. Kunstgeschichte: Professor Dr. H. A. Schmid, Prag.

Sowohl der Laie wie der exakte Fachmann können nach der Anlage und Durchführung des Werkes aus dem Gebotenen den größten Nutzen ziehen. Einerseits wird jenen, die sich mit der Photographie als Liebhaberei beschäftigen, eine unerschöpfliche Fülle von Belehrungen und Anregungen geboten, anderseits findet der Spezialist jeder Wissenschaft die bisher verstreuten Arbeiten auf seinem Gebiete zusammengefaßt und in zahlreichen Literaturangaben auf die in Betracht kommenden Publikationen verwiesen.

Über diese sammelnde und sichtende Tätigkeit hinaus haben Verfasser und Herausgeber noch eine gewaltige Menge eigener, zum großen Teil bisher noch unpublizierter Erfahrungen dem Werke eingefügt.

Besonderer Wert gelegt wurde auf die in Autotypie und Strichätzung auf bestem Kunstdruckpapier gedruckten Bilder-Tafeln, umfassend insgesamt über 500 Abbildungen; auch unter diesen Bildern ist ein großer Teil bisher noch nicht veröffentlicht. Sie geben Beispiele der besten Leistungen auf allen Gebieten und Darstellungen der verwendeten Apparate und Anordnungen. Wer irgendwie mit der Photographie zu tun hat, der Wissenschafter und Techniker, der Amateur, der Fabrikant und Händler photographischer Artikel, jeder findet außerordentliche Anregung und Förderung durch dieses, in der photographischen Weltliteratur durchaus einzigartige Werk

Der erste Teil dieses verdienstvollen Werkes, 400 Druckseiten und 57 Tafeln umfassend, liegt vor. Die Autoren, welche in diesem Bande zum Worte kommen, haben die übernommene Aufgabe glänzend gelöst.

Dr. H. Becker in Berlin schildert in anziehender Weise die Anwendungen der Photographie in Physik und Chemie, indem er sofort mit der Beschreibung der photographischen Verfahren einsetzt; A. Hnatek-Wien, der die Astronomie und Astrophysik bearbeitet hat, schlägt den genetischen Weg in der Behandlung der Materie ein, der gewiß vielfach begrüßt wird.

Prof. Dr. R. Süring in Potsdam gibt eine gute Übersicht der Photographie in der Meteorologie; er bespricht vorerst die photographischen Registriermethoden, geht dann zur Photographie der meteorologischen Erscheinungen über und behandelt zum Schlusse die Photogrammetrie in der Meteorologie, welche für die Leser dieses Journals besonderes Interesse bietet.

Die Bearbeitung der Photographie in Mineralogie und Geologie fand durch Prof. Dr. G. Klemm in Darmstadt einen vorzüglichen Bearbeiter.

Das Illustrationsmateriale ist mit Bedacht und Geschick gewählt und die autotypische Widergabe der Photographien und Strichzeichnungen ist ausgezeichnet.

Wie herrlich sind z. B. die vom Engländer Vaughan Cornish aufgenommenen Wogenwolken, die Wellenbildung im Dünensand, die Bildung und Umformung einer strato-cumulus Wolke von Clarke, der Blitzschlag von Walter usw. reproduziert!

Wie wir nach dem I. Teile urteilen können, stehen wir vor einer ganz hervorragenden Erscheinung der neueren photographischen Literatur, die ein treffliches Informationsmittel auf dem Gebiete der photographischen Anwendungen darstellt.

Wir freuen uns auf die folgenden Teile. D.

Über den **Stereo-Autographen** hat der Erfinder desselben, k. u. k. Oberleutnant Eduard Ritter v. Orel vom Infanterieregiment Nr. 28, kommandiert im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien, zum ersten Male öffentlich gesprochen.

Zu diesem Vortrage hatte sich die k. k. geographische Gesellschaft am 13. Februar d. J. zu einer Fachsitzung im Hörsaale VII der Universität versammelt.

Gelehrte, Offiziere, Hochschüler und eine große Anzahl Damen füllten den Saal bis auf den letzten Platz und minutenlanger stürmischer Beifall belohnte den genialen Erfinder für seinen interessanten Vortrag. Wohl am deutlichsten sprachen die Worte des Vizepräsidenten Professor Brückner, mit welchen er die Sitzung beschloß: „Wir stehen hier vor einer Erfindung, deren Wirkungen sich noch gar nicht absehen lassen, die berufen ist, eine Umwälzung im ganzen Kartenwesen, ja in der Meßkunst überhaupt hervorzurufen und wir können Oberleutnant v. Orel zu seinen glänzenden Erfolgen von ganzem Herzen Glück wünschen!"

Oberleutnant v. Orel begann mit klaren, einfachen Worten seine Erläuterungen erst über das Wesen der Photogrammetrie überhaupt, über die Möglichkeit, aus zwei Photographien bei bekannter Basis und Brennweite die Dimensionen des Objektes auszumessen und graphisch zu konstruieren. Die Schwierigkeit der Arbeit führt allmählich zur Stereophotogrammetrie, zum Arbeiten mit der dritten Dimension, mit dem plastischen Raumbild. Das Prinzip der Stereoskopie ist ja allgemein bekannt. Würde der Mensch nur ein Auge besitzen, so würden wir nur ein einfaches Bild der Natur wahrnehmen, ein perspektivisches Bild mit Licht und Schatten, aber ohne Plastik. Die beiden Augen geben aber verschiedene Bilder, und zwar nimmt der Unterschied mit der zunehmenden Entfernung immer mehr ab. Die Verschiedenheit dieser Bilder ist nun die Ursache, daß wir einen Gegenstand plastisch sehen, und zwar um so plastischer, je größer die Verschiedenheit ist, je näher uns der Gegenstand liegt. Von zirka 450 *m* an hört für das menschliche Augenpaar die Plastik auf, weil die Differenz der beiden

Bilder nicht mehr wahrnehmbar ist. Würde der Mensch seinen Augenabstand vergrößern können, so würde er auch auf viel größere Entfernungen plastisch sehen. (Triederbinocle.)

Die Stereoskopie ist auf dieser Tatsache aufgebaut und aus ihr ist die Stereophotogrammetrie hervorgegangen.

An Stelle eines jeden Auges tritt eine Photokamera, deren Abstand voneinander nach Bedarf gewählt wird, Lage und Höhe der Standpunkte wird genau gemessen. In den Bildern können nun von dem gesuchten Punkt die Abszisse Horizontalabstand von der Kameraachse), die Ordinate (Vertikalabstand), endlich die stereoskopische Parallaxe (Differenz der Abszissen des rechten und linken Bildes) gemessen werden. Diese Maße werden in Verbindung mit der Basis und der Brennweite des Objektivs zur Bestimmung der Lage und Höhe des gesuchten Punktes verwendet. Um eine besonders genaue Ausmessung zu ermöglichen, wurde von Dr. Pulfrich in Jena der Stereokomparator konstruiert, welcher Ablesungen bis zu $^1/_{100}$ *mm* gestattet. Dieser Apparat ist einem großen Stereoskop sehr ähnlich. Wie in jenem, sieht man auch hier den photographierten Gegenstand plastisch vor sich. Eine Strichmarke, die in den Okularen angebracht ist und im Raum als Stab, nämlich platisch erscheint, wird durch Verschiebung der Bilder derart an den gesuchten Punkt gebracht, daß es aussieht, als ob dieser Stab dort aufgestellt wäre, man kann genau konstatieren, ob sich der Stab am Objekt, davor oder dahinter befindet. Die dazu nötigen Verschiebungen der Bilder werden auf Skalen gemessen und so erhält man die früher genannten Koordinaten.

Bisher mußte nun die Lage und Höhe des Punktes durch Rechnung bestimmt werden. Eine sehr zeitraubende Arbeit, die bei großer Übung, die Ablesungen eingerechnet, eine Viertelstunde für einen einzigen Punkt erforderte. Welche Menge von Punkten sind aber in einem einzigen Bilde vereint! Und die Menge von hiezu nötigen Rechnungen ließ gar manchen Fehler unterlaufen. Das Endergebnis war dann eine Anzahl von Punkten, die doch nur ein Gerippe für die Karte geben konnten, die Karte selbst mußte dennoch erst der Mappeur unter den schwierigsten Verhältnissen an Ort und Stelle machen. Seine Arbeit war ihm nur insoferne erleichtert, als er sich einen Teil der Triangulierung und des Höhenmessens ersparte. Nachdem aber das photogrammetrische Verfahren ein so umständliches war, wurde es nur im Hochgebirge angewendet, das ja wegen seiner Übersichtlichkeit hiezu sehr geeignet war und anderseits aber dem Mappeur die größten Schwierigkeiten machte.

Orel, zum Leiter der photogrammetrischen Abteilung des Militärgeographischen Institutes ernannt, erkannte sofort die Mängel des Verfahrens und in seinen Intentionen, vom Institutskommando und dem als Fachmann von Weltruf bekannten Generalmajor Baron Hübl unterstützt, gelang es ihm, nach mühevollen Versuchen einen Apparat zu konstruieren, der mit einem Schlage alle Schwierigkeiten beseitigte. Ja, noch mehr, denn das Resultat ist ein derartiges, daß es sogar die optimistischesten Erwartungen übertraf. Dieses Instrument, Stereoautograph genannt, ist aus dem Stereokomparator hervorgegangen und wurde von den Zeißwerken in Jena ausgeführt. Es gibt uns auf mechanischem Wege, ohne irgendeine Rechnung, in kürzester Zeit und in jedem beliebigen Maßstab:

a) jeden im Bilde erkennbaren Punkt nach Lage und Höhe,

b) jede im Bilde sichtbare Linie, wie Wege, Ränder von Kulturen, Terrainformenlinien etc., der Lage und jeden beliebigen Punkt daraus der Höhe nach,

c) Das photographierte Terrain in Schichtenlinien (Isohypsen).

Die letztere Eigenschaft ist es, welche eine Umwälzung des ganzen Vermessungswesens bedeutet. Denn die hypsometrische Karte ist, wenn auch viele Bedenken dagegen sprechen, in der Theorie und für den Fachmann wohl immer das Ideal einer Terrainkarte. Aber wie sah es bisher mit diesen Schichtenplänen aus? Ob sie nun auf dem gewöhnlichen Weg der Mappierung gewonnen wurde, ob tachymetriert oder nivelliert wurde, immer war die Isohypse eine Linie, welche

zwischen eine kleine oder größere Zahl bekannter Punkte optima fide schätzungsweise gelegt, d. h. interpoliert wurde. Die Richtigkeit der Linie hing von der Dichte der Punkte, von der Art des Terrains und nicht zuletzt von der Routine des Arbeitenden ab. Und selbst unter ganz gleichen Veraussetzungen würden zwei gleich gute Arbeiter kaum ganz gleiche Schichtenpläne liefern.

Und nun haben wir hier eine Maschine, welche uns zwangläufig eine Schichtenlinie als eine Reihe unendlich vieler Punkte gleicher Höhe gibt; ohne Rechnung, ohne jede Interpolation zeichnet uns ein Stift auf einer Oleate die gesuchte Linie, während auf einer Photographie von einem anderen Stift das perspektivische Bild derselben Schichte eingeritzt wird. Man traut seinen Augen kaum, wenn man sieht, wie dieser Schichtenplan, der sonst das Resultat angestrengtester Arbeit ist, mühelos, sozusagen aus dem Apparat hervorgezaubert wird!

Vor uns liegen eine Menge von Arbeiten aus Orels eigener Werkstatt. Schichtenpläne aus Tirol, besonders die in Dresden mit dem Ehrenpreis ausgezeichnete Karte des Ortler, Karten des Schießplatzes von Hajmaskér in Ungarn, wo Orels Erfindung erprobt wurde und ihre Feuerprobe bestand und endlich ein Schichtenplan, der besonderes Interesse verdient, eine Aufnahme aus dem Ankogelgebiet.

Die vorliegenden Karten geben ein bewegtes Bild des Terrains, nichts Steifes, nichts Gekünsteltes, jedes Detail ist in den Schichten genau verzeichnet: einzelne zwischen den Schichten angebrachte Höhenkoten erhöhen die Deutlichkeit, endlich sehen wir eine große Zahl von Formenlinien, Wege, Kulturgrenzen, Bäche bereits gezeichnet, und zwar nicht nur in den oberen Partien der Gänge, bis zur Talsohle herab sehen wir die Horizontalprojektion der Landschaft, die sich hier mit dem auf die Aufnahmsblätter pantographierten Kataster vereinigt.

Für manche Bedürfnisse mag das hier Gebotene bereits vollauf genügen und es ist gar kein Zweifel, daß auch die Arbeit des Mappeurs dadurch bedeutend verringert wird. In den photogrammetrierten Partien wird sich seine Arbeit eigentlich darauf beschränken, das Vorhandene zu überprüfen und auszuarbeiten, nicht eingesehene Räume aufzunehmen, die Kommunikationen und Kulturen abzugehen und zu klassifizieren. Seine Arbeit wird sich dort vielleicht um die Hälfte reduzieren. Was das bedeutet, kann nur derjenige ermessen, der wie der Mappeur Monate im öden Hochgebirge verbrachte, jeder Witterung trotzend, elend untergebracht und verpflegt und unzählige Male in Gefahr, seine Gesundheit einzubüßen.

Um wie vieles einfacher macht dies jetzt die Photogrammetrie! Als Beispiel diene ein Aufnahmsblatt aus dem Passeier, das Gebiet der Zwickauerhütte. Dieses Blatt, das ohne Photogrammetrie mit Ausnahme der wenigen Fixpunkte weiß geblieben wäre, zeigt jetzt, bevor es noch der Mappeur in die Hände bekommt, bereits einen fast lückenlosen Schichtenplan von 20 Quadratkilometer Ausdehnung, außerdem noch die vielen Koten und Hilfslinien. Hiezu waren zwei Doppelstandpunkte nötig, welche wegen der langen Aufstiege zusammen zwei Tage erforderten, obwohl die Arbeit an Ort und Stelle nur wenige Stunden dauert. Aber dami war auch die ganze Feldarbeit erledigt. Die exponierten Platten wurden nach Wien gesendet, entwickelt und in den Stereoautograph eingespannt und nun hat Orel in insgesamt 16 Stunden den ganzen Schichtenplan in 20 Meterschichten (Maßstab 1 : 25.000) ausgearbeitet.

Es würde zu weit führen, in das mechanische Detail des Stereoautographs einzugehen; es ist ein Komplex von Schrauben, Überbrückungen und Schlittenführungen, die höchste Präzisionsarbeit, die man sich denken kann. Das Instrument, von dem bis jetzt nur ein einziges existiert, steht im Militärgeographischen Institut, Orel zeigte uns nur Abbildungen.

Endlich noch einige anderweitige Verwendungen der Stereophotogrammetrie: Küstenaufnahmen vom Schiff aus, Bestimmung von Geschoßaufschlägen au[illegible] See von der Küste aus, Ballonaufnahmen, die wieder ein wichtiges K[illegible]

sich bilden, Waldbestandaufnahmen, ja sogar Aufnahmen des Mondes und überall dieselben verblüffenden Erfolge!

Zum Schlusse Zukunftsmusik. Oberleutnant v. Orel arbeitet gegenwärtig an einem Apparat, der imstande sein wird, aus Photographien Plastiken herzustellen, zu modellieren. Nur mit wenig Worten wird die Idee angedeutet und doch sind wir überzeugt, daß auch dieses Problem von diesem Erfindergenie ebenso glücklich gelöst werden wird. Wir haben alle Ursache, stolz auf ihn zu sein und uns zu freuen, daß wir ihn einen der Unseren nennen können! K. v. M.

Rundschau für Photogrammetrie (von S. Truck herausgegeben) brachte nachstehende Arbeiten:

Nr. 4. September. „Bedingungen für die Genauigkeit stereophotogrammetrischer Terrainaufnahmen für Ingenieurzwecke. Von S. Truck. Kann die Stereophotogrammetrie als ein spezieller Fall der Meßtischphotogrammetrie angesehen werden?" Von . . . k.

Nr. 5. November: „Bedingungen für die Genauigkeit stereophotogrammetrischer Terrainaufnahmen für Ingenieurzwecke." (Schluß.) Von S. Truck.

II. Jahrgang.

Nr. 1. Jänner: „Das stereoskopische Sehen." Von A. Truck.

Nr. 2. März: „Aus der Praxis der Stereophotogrammetrie für Ingenieurzwecke." Von S. Truck.

Nr. 3. Mai: „Der Stereokomparator und die Ausmessung der Platten." Von S. Truck.

Bibliographie.

1. Selbständige Werke.

Emerich. Lexikon für Photographie und Reproduktionstechnik, Wien 1910.

Galbis J. und M. Barandica: Ensayo de los metodos fotogrammetricos en el termino municipal de Otero de Herreros, Madrid 1908.

Wolf-Czapek: Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik. I. Teil: Die Photographie im Dienste der anorganischen Wissenschaften. Berlin, Union Deutsche Verlagsgesellschaft 1911.

Zeiß-Werk: Photo-Objektive. Jena 1910.

2. Journalliteratur.

Doležal E. „Das Rückwärtseinschneiden auf der Sphäre, gelöst auf photogrammetrischem Wege" in Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien. Bd. CXIX 1910.

Doležal E. „Über photographische Ballonaufnahmen und ihre Verwendung". Sonderabdruck aus „Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien" 1910.

Breithaupt „Phototheodolit mit Tropenkamera" in „Zeitschrift für Instrumentenkunde" 1910.

Pollack V.: „Neuer Phototheodolit mit Hammer-Fennelschen Fernrohr" in „Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines" Wien 1910.

Scheimpflug: Th. „Die technischen und wirtschaftlichen Chancen einer ausgedehnten Kolonial-Vermessung" in Denkschrift der Ersten Internationalen Luftschiffahrtsausstellung zu Frankfurt a. M. 1909. Band I. Wissenschaftliche Vorträge. Verlag J. Springer in Berlin.

Horst v. Sanden: „Gegenseitige Orientierung von nahezu parallelen Aufnahmen in der Photogrammetrie" in „Zeitschrift für Mathematik und Physik". 1910.

Reismann: „Ortbestimmung auf photographischem Wege aus Aufnahmen mit Zentmarke" in „Zeitschrift für Mathematik und Physik" 1910.

Vereinsnachrichten.

Erste Monatsversammlung am 25. November 1910.

In der von zahlreichen Gästen besuchten Versammlung hielt Herr Polizei-Oberkommissär Dr. Franz Eichberg den angekündigten Vortrag: „Eine neue Methode des kriminalistischen Erkennungsdienstes", in welchem er die von Bertillon angegebene photogrammetrische Tatbestandsaufnahme vorführte und zeigte, wie diese Methode mit einer gewöhnlichen, für photogrammetrische Zwecke adaptierten Kamera in einfacher Weise ohne kostspieliges Instrumentarium ausgeführt werden kann.

Die Einleitung des Vortrages bildeten recht interessante Ausführungen über die Verwendung der Photographie zur Erkennung von Fälschungen und zur Aufklärung verschiedener Verbrechen, sowie die Besprechung einiger mit gewöhnlicher Kamera ausgeführter Tatbestandsaufnahmen, welche nach den Erläuterungen des Herrn Vortragenden den Nachteil besitzen, daß aus ihnen keine Maße der aufgenommenen Örtlichkeit abgeleitet werden können und daß daher durch sie manche für die Beurteilung der Ausführung eines Verbrechens wichtige Momente nicht klargestellt werden können. Dieser Übelstand der bisherigen Tatbestandsaufnahmen kann durch Verwendung der Photogrammetrie behoben werden, durch die man in den Stand gesetzt wird, aus der Photographie maßstabrichtige Pläne des Tatortes zu erhalten und über alle Dimensionen der photographierten Objekte Aufschluß zu geben. Da diese Rekonstruktion aus einer einzigen Photographie des in Frage kommenden Raumes möglich sein muß, eigne sich für photogrammetrische Tatbestandsaufnahmen in ganz besonderer Weise die Verwendung eines perspektivischen Distanznetzes, welches, mit den Konstanten des Apparates berechnet, entweder auf die photographische Aufnahme aufkopiert oder bei der Aufnahme selbst unmittelbar mitphotographiert wird. Der Herr Vortragende besprach in kurzen Zügen die theoretischen Grundlagen dieser Methode, die zu ihrer praktischen Durchführung notwendige Adaptierung einer gewöhnlichen Reisekamera, sowie die Herstellung maßstabrichtiger Pläne mit Hilfe des in die Photographie einkopierten Distanznetzes und führt eine solche in dem mathematisch-mechanischen Institute von Rudolf & August Rost in Wien für die genannten Zwecke adaptierte Kamera der k. k. Polizeidirektion in Wien sowie einige diesbezügliche Versuchsaufnahmen im Bilde vor. Die Verwendung solcher adaptierter Apparate für die Praxis der von Bertillon angegebenen Methode photogrammetrischer Tatbestandsaufnahmen setzt kein kostspieliges Instrument voraus und erleichtert daher ihre allgemeine Benützung. Zum Schlusse gab der Herr Vortragende eine Übersicht über die verschiedenen Verwendungsgebiete der Photogrammetrie, um den vielen Gästen die Wichtigkeit der Photogrammetrie und die Vielseitigkeit ihrer Verwendung darzutun.

Reicher Beifall lohnte den Herrn Vortragenden für seine von vielen Projektionsbildern unterstützten Ausführungen, in denen er über seine mit der Unterstützung der Lehrkanzel für Praktische Geometrie an der k. k. Technischen Hochschule in Wien durchgeführten Versuche zur Einführung der geschilderten Methode im kriminalistischen Erkennungsdienste referierte.

Zweite Monatsversammlung am 27. Jänner 1911.

Der Obmann, Herr Professor E. Doležal, eröffnete die Monatsversammlung mit den auf das Vereinsleben Bezug habenden Mitteilungen und der Vorlage neuer Publikationen photogrammetrischen Inhaltes, worauf Herr Inspektor V. Pollack, Dozent an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, den angekündigten Vortrag: „Über neuere und ältere photogrammetrische Arbeiten und Instrumente der k. k. Staatsbahnen" hielt. Der Herr Vortragende besprach und demonstrierte zunächst die nach seinen Angaben von der bewährten Firma R. Lechner (W. Müller) in Wien ausgeführten photogrammetrischen Instrumente, deren Konstruktion mit Rücksicht auf ihre gleichzeitige Verwendbarkeit zu tachymetrischen Aufnahmen gewählt wurde. Um diese Aufnahmen möglichst zu vereinfachen, verwendete der Herr Vortragende bei der neuesten Type seines Instrumentes ein Hammer-Fennelsches Fernrohr, welches die Horizontaldistanzen und Höhenunterschiede ohne jede Rechnung unmittelbar am Felde ergibt. Dieses Fernrohr ist seitlich von der Kamera. um eine horizontale Achse drehbar gelagert und ermöglicht mit dem unterhalb der Kamera angeordneten Horizontalkreise die tachymetrische Feststellung der Standpunkte oder anderer wichtiger Punkte des Terrains. Weiters erörterte der Herr Vortragende die von ihm für die k. k. Staatsbahnen ausgeführten photogrammetrischen Arbeiten, welche in Aufnahmen zum Zwecke der Projektierung von Bauten zum Schutze der österreichischen Alpenbahnen gegen Lawinen bestanden und wies auf die bedeutenden Vorteile hin, welche die Photogrammetrie für solche Aufnahmen bietet, da sie die Erledigung der Feldarbeiten in kürzester Zeit möglich macht. Auch skizzierte er in kurzen Zügen den von ihm eingehaltenen Vorgang bei diesen Aufnahmen, welche er derart disponierte, daß er die notwendigen Kon-

trollen für die Richtigkeit der Aufnahme erhielt. In einer großen Anzahl meisterhaft ausgeführter Projektionsbilder führte er Teile des von ihm aufgenommenen Geländes längs der Tauernbahn und die aus diesen Aufnahmen rekonstruierten Pläne vor. Aus den vorgeführten Reproduktionen der bei den Aufnahmen erhaltenen Photogramme zeigten sich die Schwierigkeiten, mit denen der Herr Vortragende bei den Feldarbeiten zu kämpfen hatte und die Unmöglichkeit, diese Aufnahmen überhaupt anders als auf photogrammetrischem Wege auszuführen.

Reicher Beifall lohnte Herrn Inspektor Pollack, welcher als einer der ersten in Österreich auf dem Gebiete der Photogrammetrie praktisch tätig war, am Schlusse seines Vortrages für seine interessanten und belehrenden Ausführungen, die in ganz hervorragender Weise die Unentbehrlichkeit der Photogrammetrie für Hochgebirgsaufnahmen bewiesen.

Dritte Monatsversammlung am 24. Februar 1911.

Der Obmann der Gesellschaft machte eine größere Anzahl Mitteilungen über verschiedene die Entwicklung und Pflege der Photogrammetrie betreffende Fragen, ging auf verschiedene Vereinsangelegenheiten über und legte die im Laufe der letzten Zeit erschienenen Publikationen auf dem Gebiete der Photogrammetrie mit erläuternden Worten der Versammlung zur Einsicht vor. Hierauf hielt Herr k. u. k. Oberleutnant E. v. Orel, den angekündigten Vortrag: „Die Stereophotogrammetrie in ihrer Anwendung zur automatischen Ermittlung von Raumpunkten und Schichtenführung." Herr Oberleutnant v. Orel, welcher seit einer Reihe von Jahren die photo- und stereophotogrammetrischen Arbeiten des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien leitete und auch mit der Ausarbeitung der bezüglichen Feldaufnahmen betraut ist, war bestrebt, einen Apparat zu konstruieren, mit welchem die Rekonstruktion eines Situations- und Schichtenplanes aus einer stereophotogrammetrischen Aufnahme auf mechanischem Wege, also ohne zeitraubende rechnerische und konstruktive Arbeiten möglich ist. Bei diesen Bestrebungen zur Vereinfachung der Rekonstruktionsarbeiten verfolgte er den Grundsatz, die zur Ausmessung der stereophotogrammetrischen Platten am Komparator aufzuführenden Plattenbewegungen durch einen Mechanismus auf einen Zeichenstift derart zu übertragen, daß dieser Stift auf einem Zeichenblatte unmittelbar die horizontale Projektion des aufgenommenen Terrainteiles zur graphischen Darstellung bringt und die Höhenunterschiede ohne Rechnung an entsprechenden Skalen des Instrumentes abgelesen werden können. Nachdem dieses Instrument im Jahre 1907 in dem mathematisch-mechanischen Institute von Rudolf und August Rost in einer verhältnismäßig einfachen Form, bei welcher allerdings noch nicht auf die automatische Verzeichnung der Schichtenlinien im Situationsplane Rücksicht genommen wurde, zur Ausführung gelangte und die mit diesem Versuchsinstrumente ausgeführten Untersuchungen und Probe-Rekonstruktionen recht zufriedenstellende Resultate ergaben, wurde die weitere Ausgestaltung und Vervollkommnung des nach dem Vorschlage des Herrn Professors E. Doležal „Autostereograph" genannten Instrumentes der Firma Karl Zeiß in Jena übertragen, welche nach ausgedehnten Studien und Versuchen ein in jeder Richtung vollkommenes und den gestellten Anforderungen entsprechendes Instrument zur automatischen Kartierung und Schichtenführung konstruierte. Das Instrument, welches mit dem Stereokomparator der Firma Zeiß unmittelbar verbunden wird und bei welchem, wie schon früher erwähnt wurde, die Bewegung des Haupt- und Nebenschlittens durch einen sinnreichen Mechanismus auf einen Zeichenstift übertragen wird, ermöglicht neben der automatischen Darstellung der horizontalen Projektion die selbsttätige Angabe der Höhenunterschiede der einzelnen Detailpunkte dadurch, daß das räumliche Bild der Marke des Komparators durch eine zwangsläufige Führung der Schlitten längs der Schichtenlinie des im Komparator plastisch erscheinenden Terrainteiles geführt werden kann, wobei der Zeichenstift die horizontale Projektion und ein zweiter, auf einer Kopie der photographischen Aufnahme ruhender Stift das perspektivische Bild der betreffenden Schichtenlinie zur Darstellung bringt. Der Herr Vortragende führte die verschiedenen Typen seines Apparates und die mit demselben erhaltenen Rekonstruktionsarbeiten in einer großen Anzahl von Projektionsbildern vor, erläuterte in sehr anziehenden Ausführungen die Wirkungsweise, die Theorie und Einrichtung des Instrumentes und berichtet über die von ihm angestellten Versuche zur Feststellung der mit dem Instrumente erreichbaren Genauigkeit. Aus den diesbezüglich gemachten Mitteilungen und den im Bilde vorgeführten Vergleichsaufnahmen zeigte sich, daß die mit dem Autostereographen erhaltenen Schichtenplane ein getreueres Bild der Natur ergeben als die Methode der Interpolation aus gestreuten Punkten liefert, da die Führung der Schichtenlinien von der individuellen Auffassung unabhängig ist und insbesondere die Details reichhaltiger und richtiger zum Ausdrucke kommen.

Reicher Beifall lohnte den Herrn Vortragenden für seine interessanten Ausführungen, durch welche das zahlreiche Auditorium mit einem Instrumente bekannt wurde, dessen Konstruktion einen wichtigen Markstein in der Entwicklung der Stereophotogrammetrie bezeichnet. Der Obmann der Gesellschaft Herr Professor E. Doležal sprach auch in diesem Sinne dem Herrn Vortragenden den Dank der Gesellschaft aus und beglückwünschte Herrn Oberleutnant v. Orel zu den erreichten Erfolgen.

Ordentliche Jahresversammlung am 24. März 1911.

Jahresbericht erstattet vom Obmann.

Nunmehr trete ich schon zum vierten Male vor die verehrte Jahresversammlung, um über die Tätigkeit der Gesellschaft den Jahresbericht zu erstatten; diesmal geschieht es als Obmann der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, Sektion: „Österreich".

Die Monatsversammlungen, welche auch im verflossenen Jahre den Vereinszweck förderten, brachten nachstehende Vorträge:

1. Georg Otto, der Wiener Vertreter des Karl Zeiß-Werkes in Jena: „Das Karl Zeiß-Werk in Jena" am 18. März 1910.

2. Dr. Franz Eichberg, k. k. Polizeioberkommissär in Wien: „Eine neue Methode des kriminalistischen Erkennungsdienstes" am 25. November 1910.

3. Inspektor V. Pollack, Dozent an der k. k. Technischen Hochschule in Wien: „Über neuere und ältere photogrammetrische Arbeiten und Instrumente der k. k. Staatsbahnen" am 27. März 1911.

4. E. v. Orel, k. u. k. Oberleutnant im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien: „Die Stereophotogrammetrie in ihrer Anwendung zur automatischen Ermittlung von Raumpunkten und Schichtenführung" den 24. Februar 1911.

Wie in den früheren Jahren wurden auch im abgelaufenen Vereinsjahre bei den Monatsversammlungen Publikationen über die photographische Meßkunst, selbständige Werke und Journalartikel, vom Obmanne vorgelegt und es wurde über dieselbe in Kürze referiert; auf diese Weise erschienen die Besucher der Versammlungen über die photogrammetrische Literatur sowie über instrumentelle und sonstige Neuerungen in der Photogrammetrie wohl informiert.

Von dem Vereinsorgane: „Internationales Archiv für Photogrammetrie" ist das 2. Heft des II. Bandes im Oktober des verflossenen Jahres erschienen und brachte einige höchst wertvolle Beiträge über Photogrammetrie und eine Reihe von interessanten kleinen Mitteilungen.

Nun gewährt der Kassenführer, k. u. k. Linienschiffsleutnant a. D. F. Neuffer, in der folgenden Zusammenstellung einen Einblick in die Geldgebarung der Gesellschaft.

Kassaübersicht pro 1910.

Soll.	K	Haben.	K
Barbestand	1.324.51	Drucksachen	356.70
Subventionen	1.597.48	Portoauslagen des Kassiers	12.70
Mitgliedsbeiträge	416.06	Stempel	6.—
Eisenbahn- und Telegraphenregiment Korneuburg	50.—	Vorgetragene Beiträge 1908	12.—
Rückständige Beiträge 1908	12.—	„ „ 1909	66.—
„ „ 1909	66.—	„ „ 1910	294.—
„ „ 1910	294.—	Barbestand	3.012.65
	3.760.05		3.760.05
Barbestand	3.012.65		

Hierauf wird der Vereinsleitung Dank und Anerkennung für ihre gewissenhafte Führung der Geschäfte während des verflossenen Jahres ausgesprochen.

Nun wird zur Wahl des Vorstandes und des Ausschusses für das Jahr 1911 geschritten. Das Resultat dieser Wahl ist das folgende:

1. Vorstandsmitglieder:

Obmann:

E. Doležal, o. ö. Professor der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

Obmann-Stellvertreter:

F. Schiffner, k. k. Regierungsrat, k. k. Realschuldirektor in Wien.

F. Wang, k. k. Ministerialrat im k. k. Ackerbauministerium, Honorardozent der k. k. Hochschule für Bodenkultur.

Schriftführer:

Dr. Th. Dokulil, Privatdozent und Adjunkt der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

E. Ritter v. Orel, k. u. k. Oberleutnant, zugeteilt dem k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.

Kassenführer:

F. Neuffer, k. u. k. Linienschiffs-Leutnant a. D.

2. Ausschußmitglieder:

L. Andres, k. u. k. Hauptmann im Armeestande, Leiter der geodätischen Gruppe des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien.
R. Dammer, Architekt, Obmann-Stellvertreter der „Wiener Bauhütte".
Fr. Hafferl, Ingenieur, Gesellschafter der Bauunternehmung Stern & Hafferl in Wien.
G. Otto, Vertreter der Firma Karl Zeiß in Jena.
Fr. Pichler, technischer Vorstand im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.
Th. Scheimpflug, k. u. k. Hauptmann a. D.
Th. Tapla, k. u. k. Hauptmann a. D., o. ö. Professor der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.
Fr. Wollen, technischer Ober-Offizial im k. u. k. Militärgeographischen Institute.
S. Wellisch, Bauinspektor der Stadt Wien.

3. Schiedsgericht:

Dr. K. Kostersitz, Oberlandesrat.
J. Pachnik, Oberbaurat der k. k. Direktion für den Bau der Wasserstraßen.
Dr. A. Schlein, k. k. Adjunkt der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien.

Ersatzmänner:

E. Engel, k. k. Evidenzhaltungs-Oberinspektor, Leiter des Triangulierungs- und Kalkülbureau, Honorardozent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur.
J. Putz, k. u. k. Hauptmann des Eisenbahn- und Telegraphen-Regimentes.

4. Revisoren:

R. A. Goldmann, Fabrikant photographischer Apparate in Wien.
A. Rost, in Firma Rudolf & August Rost, math.-mechan. Institut in Wien.

Bibliothek der Gesellschaft.

Doležal E.: „Das Rückwärtseinschneiden auf der Sphäre, gelöst auf photogrammetrischem Wege" (I. Abhandlung) in Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften, Bd. CXIX, 1910.
— — „Über photographische Ballonaufnahmen" aus „Vorträge des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien" 1910.
Wolf-Czapek: Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik I. Teil: Die Photographie im Dienste der anorganischen Wissenschaften, Berlin, Union Deutsche Verlagsgesellschaft 1911.
Scheimpflug Th.: „Die technischen und wirtschaftlichen Chancen einer ausgedehnten Kolonialvermessung, Sonderabruck. 1909.
Zeiß-Werk: Photo-Objektive, 1910.
Wimmer F. P.: Praxis der Makro- und Mikro-Projektion für die Lehrzwecke in Schule und Haus, sowie für Lichtbildervorträge etc. O. Nemnich, Leipzig 1911.
Schleußner D.: Photo-Hilfsbuch, Frankfurt a. M.

Mitglieder der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie.

Im nächsten Hefte werden wir ein Verzeichnis der Mitglieder der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" bringen.

Schluß der Redaktion am 30. April 1911.

INTERNATIONALES
ARCHIV FÜR PHOTOGRAMMETRIE

Redaktion: Prof. E. DOLEŽAL in Wien.

II. Jahrgang. | Oktober 1911. | Heft 4.

Hauptmann Theodor Scheimpflug.



Geboren zu Wien am 7. Oktober 1867 — Gestorben in Vorderbrühl am 22. August 1911.

Theodor Scheimpflug,

k. u. k. Hauptmann und Kapitän langer Fahrt.

Sein Leben und seine Arbeiten.

Von Prof. E. Doležal.

Am 22. August d. J. starb nach kurzem, schmerzvollem Krankenlager im Sanatorium Vorderbrühl Hauptmann Theodor Scheimpflug, Gründer und Ausschußmitglied der „Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie", beziehungsweise der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" und Sektion „Österreich".

Es ist nur ein Gebot der Pflicht, an dieser Stelle dankbar des Wirkens Scheimpflugs zu gedenken, da Österreich mit ihm einen Mann verloren hat, der sein reiches Können, seine unerschöpfliche Arbeitskraft und seine hohe Energie ganz der Sache der Photogrammetrie gewidmet hat und der so vollständig in seinem Lebenswerke aufging, daß es sehr schwer fallen wird, in seiner Arbeitssphäre einen Nachfolger für ihn zu finden.

Theodor Scheimpflug wurde als Sohn eines Bankdirektors am 7. Oktober 1865 in Wien geboren und bezog nach Absolvierung der Gymnasialstudien die Marine-Akademie zu Fiume, da ihn von Jugend auf eine begeisterte Liebe für den Seemannsstand erfüllte. Im Jahre 1883 wurde Scheimpflug als Seekadet für den Dienst Seiner Majestät Kriegsmarine ausgemustert.

Die weiten Reisen, welche jüngere Marineoffiziere mitzumachen Gelegenheit haben, erweitern ihren Gesichtskreis und stählen sie körperlich und geistig für ihren schweren und verantwortlichen Beruf. Scheimpflug war es hierbei wiederholt gegönnt, Beweise seiner Initiative und seiner Arbeitstüchtigkeit zu geben. Im Jahre 1888 zum Linienschiffsfähnrich befördert, stand er als solcher beim hydrographischen Amte in Pola und bei der dortigen Marinesternwarte in Verwendung. Im Jahre 1894 wurde er Kapitän langer Fahrt.

Der Wissensdrang des jungen Marineoffiziers war so groß, seine außergewöhnliche Begabung trat so offenbar hervor, daß Scheimpflug im Jahre 1896 einen Urlaub erhielt, um an der Technischen Hochschule in Wien als außerordentlicher und später als ordentlicher Hörer Maschinenbau zu studieren. Neben den grundlegenden Disziplinen dieser Fachschule beschäftigte er sich besonders intensiv mit Studien über Distanzmessungen und photogrammetrische Aufgaben.

Da auch ich diesen beiden Spezialgebieten ein lebhaftes Interesse entgegenbrachte, wurde ich bald mit Scheimpflug näher bekannt und es entwickelte sich ein reger wissenschaftlicher Verkehr zwischen uns; hierbei bot sich mir reichliche Gelegenheit, mich von seiner wirklich idealen Begeisterung für die ihm vorschwebenden technischen Ziele, seiner hohen Begabung, seiner ungewöhnlichen Arbeitskraft, nicht minder auch von seiner persönlichen Liebenswürdigkeit aufs gründlichste zu überzeugen.

Ich hatte damals den Gedanken, ein Telesystem mit variabler Brennweite für geodätische und militärische Distanzmessungszwecke auszuwerten,

theoretisch vollständig durchgearbeitet und auch die hierbei in Betracht kommenden Fehleruntersuchungen theoretisch abgeschlossen. Scheimpflug hatte sich ebenfalls mit diesem Gedanken beschäftigt und sogar schon mehrere praktische Versuche mit einem von ihm hergestellten Modelle durchgeführt. Wir arbeiteten nun gemeinschaftlich an der Ausgestaltung des Teledistanzmessers weiter, leider stellten sich in der Praxis infolge des großen Einflusses der Instrumentalfehler derartige Hindernisse ein, daß wir gezwungen waren, von der weiteren Verfolgung der Idee Abstand zu nehmen.

Es muß jedoch an dieser Stelle hervorgehoben werden, daß Scheimpflug schon ungefähr vier Jahre vor der Publikation des Telesystems durch Miethe, Steinheil etc. Versuche mit einem optischen Systeme mit variablen Brennweiten angestellt hat und daß sein System mit diesem späteren Telesystem im Prinzipe vollständig identisch war. Miethe hat nur ein günstigeres Anwendungsgebiet für dieselbe Idee gefunden, die Photographie.

Den zweiten Berührungspunkt zwischen Scheimpflug und mir bildeten photogrammetrische Untersuchungen. Sein Interesse an dieser Disziplin ist auf seinen Lehrer der praktischen Geometrie an der Marineakademie in Pola zurückzuführen, Prof. E. Mayer, welcher die Prinzipien der Photogrammetrie in seine Vorlesungen aufgenommen hatte. Reichliche Anregungen erhielten die jungen Marineoffiziere durch den damaligen Professor an der Marineunterrealschule in Pola, F. Schiffner (gegenwärtig Regierungsrat und Realschuldirektor in Wien), der schon in den Achtzigerjahren durch Wort und Schrift für die Anwendung der Photogrammetrie zu nautischen Zwecken eintrat.

Schon um diese Zeit drängte sich Scheimpflug der Gedanke auf, dem er später alle seine reiche Arbeitskraft widmete: Die direkte Verwertung der Photogramme zu topographischen Zwecken. Die photogrammetrischen Hausarbeiten: die Auswahl charakteristischer Punkte, ihre Identifizierung auf zusammengehörenden Photogrammen, die Ausmessung der Bilder, dieses ganze mühevolle, im Gegensatze zu der Kürze der eigentlichen Aufnahme allerdings sehr langwierige Rekonstruktionsverfahren erschien ihm unrationell und unökonomisch. Er gab schon damals mit größter Energie der Überzeugung Ausdruck, daß die Photographie direkt ein ideal vollendetes Abbild irgendeiner Gegend biete, wie es eben auch die Karte sein solle. Warum zerreiße man die Photographie in unzählige Punkte, um ihre Positionen umzurechnen und sie dann wieder mühsam zeichnerisch zu verbinden? Die ganze Arbeit müsse das Licht besorgen.

Als ich im Jahre 1897 den erkrankten Professor Dr. Schell an der Technischen Hochschule in Wien vertreten mußte, besuchte Scheimpflug die Vorlesungen über Photogrammetrie, beteiligte sich an allen Übungen und erwarb sich umfassende theoretische Kenntnisse, sowie eine außergewöhnliche Fertigkeit in der Handhabung, Prüfung und Berichtigung von photogrammetrischen Instrumenten.

Er war mir daher ein wertvoller Mitarbeiter bei den Aufnahmen der Pfarrkirche in Gersthof und der Karlskirche in Wien, welche ich im Auftrage des k. k. Ministeriums für Kultus und Unterricht zur Erprobung der Photogrammetrie für Zwecke der Denkmalpflege ausführte.

Im Jahre 1897 beteiligte sich Scheimpflug mit Bewilligung des Kommandanten des k. u. k. Militärgeographischen Instituts in Wien an den phototopographischen Arbeiten der Mappierungsabteilung, welche unter Leitung des technischen Offiziales Pichler im Mangard- und Triglav-Gebiete ausgeführt wurden.

Hierbei trat ich neuerdings in engeren Verkehr mit Scheimpflug. Es waren unvergeßliche Tage für mich, die wir in der Baumbachhütte im Isonzotale, wo der große Lyriker seinen Zlatorog schrieb, verbrachten. Vier von der hohen Bedeutung der photographischen Meßmethoden durchdrungene Männer: Major Baron Hübl, der zur Inspizierung im Isonzotale weilte, Theodor Scheimpflug, technischer Offizial Pichler und der Schreiber dieser Zeilen machten die Baumbachhütte zu einem Diskussionssaale für photogrammetrische Probleme.

Scheimpflug stellte durch längere Zeit eingehende Versuche an zur Verwirklichung seiner Idee, das Licht unmittelbar in den Dienst der photogrammetrischen Rekonstruktion zu stellen, und hatte im Herbste des Jahres 1897 Gelegenheit, die gesammelten Erfahrungen auf der Naturforscherversammlung in Braunschweig zu verwerten, wo er in einem Vortrage seine Ideen über die direkte Umwandlung der Photographien zu Topographien, über die Verwendung des Lichtes zur Ausführung nicht bloß der Aufnahme, sondern auch der Rekonstruktionsarbeiten ausführte und die von ihm erzielten praktischen Resultate der illustren Versammlung bekanntgab.

Bald darauf veröffentlichte Scheimpflug in der „Photographischen Korrespondenz" 1898 sein Verfahren des „Optischen Einschneidens, des Umkehrungsproblems der Photogrammetrie". Er mußte jedoch bald einsehen, daß zur Verwirklichung seiner Pläne große Geldmittel erforderlich seien und daß die zur Durchführung der Idee notwendigen mannigfachen Arbeiten nur in einem Institute ausgeführt werden könnten, das in der Lage wäre, die gewonnenen Erfahrungen auch praktisch zu verwerten.

Er bewarb sich daher um Aufnahme in das k. u. k. Militärgeographische Institut in Wien und wurde auch mit 1. Dezember 1897 demselben zugeteilt und der geodätischen Abteilung, die unter der Leitung des Obersten Daublebsky v. Sterneck stand, zugewiesen.

Scheimpflug hatte nun Gelegenheit, an Triangulierungsarbeiten in Galizien, Kärnten und Krain und an dem Präzisionsnivellement in Bosnien und Slawonien teil zu nehmen. Die Winterarbeiten machten ihn unter anderem mit geodätischen Ausgleichungsaufgaben und der Reduktion von Pendelmessungen vertraut, er erhielt überhaupt einen genauen Einblick in die Arbeiten der geodätischen Abteilung des Institutes.

Scheimpflug, der am 1. Mai 1898 zum Linienschiffsleutnant II. Klasse befördert worden war, wurde im Frühjahre 1899 zum Hauptmanne des Armeestandes transferiert und definitiv in den Stand des Militärgeographischen Institutes aufgenommen.

Verschiedene Mißstimmigkeiten amtlicher Natur und der glühende Drang, sich ganz ungehindert der ihm vorschwebenden Lebensaufgabe widmen zu können, verursachten es, daß der geniale Offizier im Februar 1900 mit

Wartegebühr auf Urlaub ging und 5 Jahre später in der Blüte seiner Mannes- und Schaffenskraft in den Ruhestand trat.

Die ganze Zeit vom Antritt seines Urlaubes bis zu seinem Tode widmete Scheimpflug nun dem Problem der Photokarte, der Herstellung von Karten und Plänen auf rein photographischem Wege.

Es war ihm a priori klar, daß zur Schaffung der Photokarte nicht die Geo-Photogrammetrie (mit terrestrischen Aufnahmen), sondern die Aëro-Photogrammetrie (mit Drachen-, Ballon- und Aëroplanaufnahmen) die günstigsten Bedingungen biete, denn diese gibt in vielen Fällen unmittelbar, jedenfalls aber nach geringen Transformationen die Horizontalprojektion, also die topographische Karte selbst.

Von dieser Überzeugung geleitet, stellte Scheimpflug zunächst eine Reihe von Drachenversuchen an, um dort, wo Ballonaufnahmen aus irgendeinem Grunde nicht ausführbar wären, dennoch geodätisch verwertbare Photographien aus der Höhe erhalten zu können. Er erzielte mit seinen Versuchen äußerst günstige Resultate, die speziell darum von großer Bedeutung sind, weil die Drachenaufnahmen in den meisten Fällen sich weit billiger herstellen lassen als Ballonaufnahmen.

Über die Resultate seiner Arbeiten berichtete Scheimpflug in zwei Publikationen:

1. „Über österreichische Versuche Drachenphotogramme kartographisch zu verwerten", in der „Photographische Korrespondenz", Wien 1903 und

2. „Über Drachenverwendung zur See", in den „Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens", Pola 1904.

Er beschäftigte sich auch mit der Herstellung verschiedener Typen photographischer Ballon- und Drachenapparate mit horizontaler, vertikaler und geneigter Bildebene, endlich auch mit kombinierten Bildebenen und so entstand der Scheimpflugsche Panoramenapparat, welcher ein sehr großes Aufnahmefeld umfaßt.

Nach diesen Vorarbeiten ging Scheimpflug an die praktische Lösung der Frage, wie sich Drachen- und Ballonphotographien am besten zur Herstellung von Karten und Plänen verwerten ließen.

Vor allem beschäftigte ihn hierbei das Problem, die auf geneigte Bildebenen gemachten Aufnahmen in solche zu transformieren, die einer horizontalen Bildebene entsprechen. Diese Transformation ist für die Verwertung von Panoramaaufnahmen von ausschlaggebender Bedeutung. Das Resultat der diesbezuglichen Studien war der Photo-Perspektograph, ein Phototransformator, den Scheimpflug im Laufe der letzten Jahre vielfach umbaute und so verschiedene Typen desselben schuf.

Proben von der Leistungsfähigkeit der Scheimpflugschen Methoden und Arbeiten waren auf nachstehenden Ausstellungen zu sehen:

1. Imperial Royal Austrian Exhibition London 1906,

2. V. conférence de la commission internationale pour l'aérostation scientifique à Milan 1906.

3. Internationale photographische Ausstellung Dresden 1909,

4. Internationale Luftschifferausstellung Frankfurt a. M. 1909 und
5. Österreichische Ausstellung für Luftschifffahrt Linz 1909.

Das Material für diese kartographischen Arbeiten beschaffte sich Scheimpflug außer durch Drachenaufnahmen durch mehrere Studienfahrten im Freiballon, die er im Jahre 1907 von Wien aus unternahm.

Seine Arbeiten fanden auch allgemeine Beachtung, vornehmlich leider im Auslande.

Er erhielt den Ehrenpreis, die höchste Auszeichnung der internationalen photographischen Ausstellung in Dresden, eine goldene Medaille für außerordentliche Verdienste auf der österreichischen Ausstellung für Luftschifffahrt in Linz und die große silberne Voigtländermedaille von der Wiener Photographischen Gesellschaft.

Einsichtsvolle Luftschiffer erkannten bald, daß die Scheimpflugsche Photokarte der beste Wegweiser für sie sei und propagierten lebhaft seine Ideen. So wurde er auch als geschätztes Mitglied in die „Internationale Kommission für wissenschaftliche Luftschifffahrt" und in das „Komitee zur Schaffung von Luftschifferkarten" berufen.

Kurze Zeit vor seiner Erkrankung beteiligte er sich noch am 26. und 27. Mai an der Brüsseler Tagung der Internationalen Kartenkommission.

Auf dieser Konferenz konnte sich Scheimpflug mit hoher Genugtuung die Überzeugung verschaffen, daß seine Lebensarbeit im Auslande die gebührende Beachtung gefunden habe.

In einem Lichtbildervortrage Prof. Baron Bergets von der Sorbonne in Paris über das Thema: „La Topographie et l'Aéronautique" betonte dieser hervorragende Fachmann zunächst die Notwendigkeit der subjektiven Ähnlichkeit von Karte und Landschaft. Mit großer Wärme und Überzeugungskraft wies der Gelehrte auf die Aërophotogrammetrie des österreichischen Hauptmannes Theodor Scheimpflug hin, durch welche eine photographische Ansicht photomechanisch in ein naturwahres und geodätisch orientiertes Kartenbild mit stereo-autographisch eingetragenen Höhenkoten transformiert wird.

Am Schluße der Ausführungen Prof. Bergets wurde Scheimpflug von der Versammlung, die ja durchwegs aus hervorragenden Fachleuten bestand, aufs lebhafteste beglückwünscht und so wurde ihm die höchste moralische Auszeichnung zuteil, die er für seine Bestrebungen erwünschen konnte.

Welch guten Ruf Scheimpflug speziell auch in Deutschland genoß, zeigt der Umstand, daß ihm von der Redaktion von Meyers Konversations-Lexikon die Bearbeitung des Artikels über „Ballon- und Drachenphotogrammetrie" für den Supplementband im verflossenen Frühjahre übertragen wurde, welche Aufgabe er auch in glänzender Weise noch im Juni d. J. zu Ende führte.

Es muß aufs lebhafteste bedauert werden, daß Scheimpflug uns im besten Mannesalter durch den Tod entrissen wurde. So ward einer zielbewußten rastlosen Tätigkeit ein jähes Ende bereitet, eine stolze Flut hochfliegender Gedanken und Pläne zum Stillstande gebracht. Es muß auch sehr

bedauert werden, daß Scheimpflug im Auslande mehr Unterstützung für seine Absichten fand als in seinem Vaterlande, wo er stets eine gewisse Zurückhaltung, wenn nicht gerade Skepsis zu bekämpfen hatte.

Ich möchte zum Schlusse noch die Grundzüge des Scheimpflugschen aërophotogrammetrischen Verfahrens nach seiner eigenen Darstellung wiedergeben und zwar nach einem Vortrage, der am 16. November 1906 in einer Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien gehalten wurde.

1. Dieses Verfahren besteht im wesentlichen darin, daß man die zu vermessende Gegend von Luftballons, Drachen oder sonstigen hochgelegenen Standpunkten aus photographiert;

2. die erhaltenen Photographien mit Hilfe des vom Vortragenden erfundenen Photoperspektographen durch ein und denselben Prozeß sowohl geodätisch orientiert als auch in horizontale Vogelperspektiven transformiert;

3. durch paarweise Kombination der nach 2. erhaltenen und orientierten horizontalen Vogelperspektiven entweder nach den älteren photogrammetrischen Methoden (Vorwärts-Einschneiden, Koordinatenmethode) oder mit Benutzung des Stereokomparators von Dr. Pulfrich (Firma Zeiß, Jena) durch Auswertung des von diesem erzeugten Stereoskopbildes einen genauen Schichtenplan des Terrains herstellt;

4. mit Rücksichtnahme auf die nach 3. ermittelte Terrainplastik (den Schichtenplan) durch zonenweise Maßstabsberichtigungen die nach 2. erhaltenen horizontalen Vogelperspektiven in richtige, die Schichtlinien enthaltende Orthogonalprojektionen verarbeitet.

5. die Einzelbilder zu Kartenblättern zusammenfügt und entsprechend beschreibt.

Als technisch neue Kernpunkte des Verfahrens sind hervorzuheben:

1. Die Transformation der schiefen Bilder in horizontale, welche durch die vom Vortragenden zuerst theoretisch durchgebildete und der Konstruktion des Photoperspektographen zugrunde gelegte schiefe Abbildung ermöglicht wird.

2. Die genaue geodätische Orientierung der Ballonbilder auf Grund triangulierter Terrainpunkte, welche ebenfalls mit Hilfe des Photoperspektographen durch optische Koinzidenz der eingemessenen und auf die Mattscheibe des Apparates vorher aufgetragenen Triangulierungspunkte mit den identen auf die Mattscheibe projizierten Bildpunkten erzielt wird, im Gegensatz zu der von Prof. Dr. Finsterwalder in München ausgebildeten, auf der Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate beruhenden rechnerischen Orientierung der Ballonbilder.

3. Die Umformung der Perspektivbilder in Orthogonalprojektionen auf photographischem Wege durch zonenweise Maßstabreduktionen.

Es steht unzweifelhaft fest, daß es Scheimpflugs rastloser Arbeit gelungen ist, das Problem der Photokarte theoretisch zu lösen, die geeigneten Methoden und Apparate für die praktische Durchführung der Idee zu ersinnen und seinen Plänen in allen einsichtigen Fachkreisen die gebührende Anerkennung zu verschaffen.

Es ist ihm nicht mehr gelungen, das Institut für Aërophotogrammetrie ins Leben zu rufen, das ihm die Entschädigung hätte bieten sollen für die Unsumme geistiger und physischer Kraft, die er im Dienste seiner Idee verbrauchte, für die finanziellen Opfer, die er ihr bringen mußte.

Scheimpflug wäre gewiß der berufenste Leiter eines Instituts für Aërophotogrammetrie gewesen und sicher wäre aus einer solchen Anstalt ein neues Ruhmesblatt für die österreichische Technikerschaft erwachsen.

Es hat nicht sollen sein! Aber alle, die den uneigennützigen, begeisterten Mann mit dem stolzen Gedankenfluge näher kannten, werden ihm sicher ein treues Gedenken bewahren und sein Werk wird ihn überleben. Mit der Geschichte der Aërophotogrammetrie wird Scheimpflugs Name immer unzertrennlich verbunden sein.

Zum Schlusse unseres Nekrologes geben wir eine Zusammenstellung der Publikationen des Hauptmannes Theodor Scheimpflug; er schrieb:

1. „Temperaturmessung im Quecksilberbergwerke von Idria" in den „Sitzungsberichten der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, math.-naturw. Klasse," Wien 1899.

2. „Die Herstellung von Karten und Plänen auf photographischem Wege", ebenda, Wien 1907.

3. „Die Verwendung des Skioptikons zur Herstellung von Karten und Plänen aus Photographien" in der „Photographischen Korrespondenz," Wien 1898.

4. „Über österreichische Versuche, Drachenphotogramme kartographisch zu verwerten, und deren bisherige Resultate", ebenda 1903.

5. „Der Photoperspektograph und seine Anwendung" ebenda 1906.

6. „Über Orientierung von Ballonaufnahmen" im „Internationalen Archiv für Photogrammetrie", II. Band, Wien 1909.

7. „Die maritime und militärische Bedeutung der Photogrammetrie" in den „Mitteilungen aus dem Gebiete des Seewesens", Pola 1898.

8. „Über Drachenverwendung zur See", ebenda 1904.

9. „Photogrammétrie du ballon" in „Procès-Verbaux des seánces et mémoires" du cinquième conférence de la commission internationale pour l'aérostation scientifique à Milan 1906, Strasbourg 1907.

10. „Die technischen und wirtschaftlichen Chancen einer ausgedehnten Kolonialvermessung", veröffentlicht

a) in der „Wochen-Rundschau" Nr. 11, Frankfurt a. M. 1909.

b) in der Denkschrift der Ersten Internationalen Luftschiffahrtsausstellung zu Frankfurt a. M. 1909, Band I. Wissenschaftliche Vorträge, Verlag J. Springer in Berlin.

11. „Zur Kolonialvermessung aus der Vogelperspektive" im Wochenblatte „Mainbrücke", Frankfurt a. M. 1909.

12. Patentbeschreibungen und -ansprüche", dargestellt in den einschlägigen offiziellen Publikation der Patentämter in Deutschland, Österreich, Frankreich, England usw. in den Jahren 1897 bis 1910.

13. *a*) „Erhaltung der Stabilität bei Drachen" und

b) „Die Luftschiffahrt im Dienste des Vermessungswesens" als Mitarbeiter in dem Werke von H. Hoernes: Buch des Fluges. 2 Bände Wien 1911.

14. „Ballon- und Drachenphotographie", einen Artikel als Mitarbeiter am Supplementbande des großen Meyerschen Konversations-Lexikons, Leipzig 1911.

Notes Historiques sur la Photogrammetrie en Espagne, avec un Résumé de la Mémoire presentée par le Colonnel A. Laussedat à l'Académie Royale des Sciences de Madrid l'an 1863.

Par José Maria Torroja,

Docteur ès Sciences Exactes, Ingénieur de Ponts et Chaussées, à Madrid.

Introduction.

Peu de temps s'était écoulé depuis que M. A. Laussedat, alors major, avait conçu l'idée de la substitution de la chambre photographique à la chambre claire qu'il avait employée précédemment pour la formation de cartes topographiques; et c'était un nombre très restreint de personnes qui connaissaient en France ces intéressants travaux, que l'Espagne, avant toute autre nation de l'Europe, accorda à la nouvelle méthode l'attention qu'elle méritait, l'Académie Royale des Sciences prévoyant clairement les triomphes décisifs, que la nouvelle méthode devait bientôt obtenir.

L'Espagne, donc, peut partager avec la France, sa voisine, la priorité dans la création de la Photogrammétrie; puisque si c'est en France que son éminent inventeur naquit et où il tenta ses premiers essais, ce fut l'Espagne qui encouragea tous ceux qui s'occupèrent de l'application de la photographie à la topographie, incluant ce thème parmi ceux du Concours de Prix ordinaires qu'elle célèbre anuellement. Et c'est incontestablement l'influence que cette circonstance eût sur le développement des travaux de Laussedat, en le forçant à étudier avec soin le fondement de la méthode qu'il commençait seulement à concevoir, et en encourageant ses travaux avec un prix, puissant aiguillon pour poursuivre énergiquement par le chemin commencé, lequel se présentait déjà à cette époque bien pénible pour le savant major, par l'indifférence des uns et l'envie des autres.

Et c'est ici qu'on demandera, qui était l'académicien qui en 1861, date à laquelle les thèmes du dit Concours furent publiés, croyait si sûr le succès de la Photogrammétrie, au point de se hasarder à la proposer sous une telle forme à la haute considération de l'Académie? Ce fut un général éminent, décédé peu de temps après, et dont le souvenir fut bientôt enseveli par l'oublie le plus profond, et c'est seulement depuis quelques mois qu'elle a été révindiquée par l'auteur de ce travail, dans un article paru dans ces mêmes pages. Il est question du général M. Antoine Terrero, Directeur

d'études et Professeur de Géodésie à l'Ecole de l'Etat Major de l'Armée espagnole.

C'est lui qui, devançant à son époque dans le champ spéculatif, ainsi qu'il l'avait fait dans celui des applications pratiques, publia en 1862 une étude très complète de la Théorie géométrique de la Photogrammétrie, qui ne parut que vingt-et-un ans plus tard dans le „Journal . . . von Crelle" sous la paternité du savant professeur allemand Dr. Guido Hauck.

C'est-à-dire, que si l'Espagne partage avec la France la priorité dans les domaines de la pratique, c'est à elle seule qui revient cet honneur dans ceux de la théorie, ainsi que nous l'avons fait voir dans cette Revue[1]).

Malhereusement, l'ère si brillamment commencée dans notre Patrie, s'épuisa bientôt, et elle n'a été plus restaurée. Les remarquables travaux de Terrero en Espagne — de même que ceux de Laussedat en France — n'ont pu être continués, manque de protection des Gouvernements et d'enthousiasme de ceux qui étaient appelés à les faire, et bientôt on vit d'autres pays, l'Allemagne et l'Autriche dans le champ de la théorie, l'Italie, la Russie et le Canada dans les applications pratiques, cultiver avec intérêt la Photogrammétrie sous ses differents aspects, et en faire un intéressant chapitre de la Géométrie, et une méthode topographique universellement répandue.

Aujourd'hui la France commence à s'éveiller: elle fonde une section de la „Société Internationale de Photogrammétrie" et érige un monument à son illustre inventeur. L'Espagne, sera-t-elle le seul pays qui s'obstine à rester en arrière dans le mouvement actuel? Nous ne pouvons pas le croire, et c'est pour animer ceux qui hésitent encore avant de donner l'élan que nous publions ici ce que firent leurs prédécesseurs, et ce qu'ils ont le devoir inexcusable de continuer et de perfectionner.

Ière Partie.

Investigations theoriques.

I.

Mémoire Présenté par M. A. Laussedat à l'Académie Royale des sciences de Madrid, l'an 1863.

L'Académie Royale des Sciences de Madrid proposa l'an 1861 pour un de ses Concours annuels de Prix, le thème: „Déterminer les erreurs probables qui résultent dans les plans topographiques déduits de deux perspectives photographiques, en ayant compte de toutes les causes d'erreur qui peuvent influer sur sa production".

De la seule lecture de ce thème se déduit clairement que cette haute Corporation scientifique considérait la Photogrammétrie — il y a déjà un demi siècle — pas comme une simple curiosité sans importance, mais comme une méthode qui devait bientôt être appelée à fournir des nombreuses applications, lesquelles exigaient la connaissance exacte du dégré de précision dont elle était capable.

[1]) Voir „Sur une question de priorité à propos du Théorème de Hauck" publié dans „Internationales Archiv für Photogrammetrie", Tome II, Livr. 2, Octobre 1911.

Le 18 Avril 1863 un Mémoire fut présenté à ce Concours, avec l'inscription suivante „Per varios usus artem experientia fecit (Manibius). Sit modus in rebus". Ce travail obtint, à la Séance du 25 janvier 1864, l'accésit, la seule récompense accordée dans ce thème. Le pli qui contenait le nom de l'auteur ayant été ouvert, celui-ci résulta être le major du Génie et Professeur de Géodésie à l' Ecole Polytechnique de Paris, M. Aimé Laussedat, universellement reconnu plus tard comme le fondateur de la Photogrammétrie.

Ce précieux document se conserve dans les Archives de l'Académie. Il reste inédit et la difficulté que l'on a pour l'examiner, ainsi que j'ai pu le faire, me conseille d'en donner un bref résumé qui présente aujourd'hui un grand intérêt, puisqu'elle montre l'état de la Photogrammétrie, à peine née, par les seuls travaux de son inventeur.

L'auteur commence enjustifiant son plan par la remarque exacte de ce que l' évaluation axacte des erreurs étant le thème proposé, et ceux-ci dépendant de la manière d'opérer, il s' occupera en premier lieu de la description de la méthode qu'il a suivi dans ses expériences. Parmi les nombreuses solutions — dit-il — qui peuvent être appliquées à la résolution du problème: „déduire le plan d'un terrain, de deux perspectives données de celui-ci", c'est toujours le criterium qu'il était inexcusable avoir des angles très ouverts dans les vues qui a prédominé chez touts les auteurs, et on a construit des appareils qui forment des panorames cylindriques ou composés de secteurs[1]): Laussedat ne croit pas que cette condition soit essentielle et il préfère de même que tous les auteurs qui postérieurement se sont livrés à ces études, les vues obtenues avec la chambre photographique ordinaire (dont la surface sensible est plane et verticale), auxquelles les principes de la Géométrie peuvent être facilement appliqués, ce qui est pratiquement impossible sur les panorames dont il a été question précédemment.

Le plan du Mémoire étant exposé, son auteur fait connaître successivement dans un „Avant-propos" la théorie géométrique des perspectives photographiques et le moyen d'en déduire la planimétrie et l'altimétrie d'un terrain, comptant toujours sur la parfaite invariabilité de la distance focale de la chambre photographique employée, et définant ce qu'on appelle les „points de vue" et „principaux" et les „lignes d'horizon" et „de visée".

Les préliminaires antérieurs étant fixés, on entre déjà dans le Mémoire proprement dit, lequel est divisé en trois parties. La première, intitulée „Théorie de la levée photographique", commence exposant la méthode des „intersections" et en déduisant la planimétrie, après quelques justes propos sur la mesure de la base et des angles azimutales. Vient après la „disposition des vues pour la construction du plan" c' est-à-dire, ce qu'on désigne ordinairement sous le nom „d'orientation relative des photographies dans le plan de l'épure". L'auteur consigne quelques remarques sur la nivel-

[1]) L'auteur fait ici référence au cylindrographe de Moëssard et à la planchette de Chevalier, qui étaient en si grand crédit à l'époque à laquelle cela s'écrivait.

lation et le moyen de contrôler les points et les côtes obtenues de deux photographies, par des constructions déduites d'une troisième vue. La première Partie du Travail finit avec la „description et emploi de la chambre photographique" dont Laussedat s'est servi[1]), et des organés géodésiques dont elle était munie; et du „moyen de mettre l'instrument en station et de le corriger" avec la correspondente détermination des constantes, dont la connaissance est indispensable pour la construction du plan topographique.

„Discussion des erreurs qu'il faut craindre dans l'application de la photographie à la levée des plans": c'est le titre de la IIme Partie. L' auteur forme deux grands groupes avec les erreurs possibles : ceux qui procèdent de la nature de l'appareil employé, et ceux qui sont commune à toutes les constructions graphiques. Dans le premier groupe on étudie les erreurs qui proviennent de la „déformation produite dans les images par le manque d'un foyer exact de l'objectif" (aberration de sphéricité), et de l'influence que celle-ci agit sur la détermination de la distance focale: un tableau contient les valeurs que l'auteur a obtenues pour cette constante, en employant des points d'une photographie, situés à des différentes distances du point principal, et il déduit de ces expériences que, plus grandes sont ces distances, plus petites sont les valeurs obtenues pour la distance focale. Il déduit après, à l'aide d'une courbe d'erreur, la „correction des angles mesurée sur les photographies", en déduisant finalement que l'ouverture utile de l'objectif qu'il employait était seulement de 35⁰, il adopta seulement celui de 30⁰ pour ses travaux, puisque de cette manière il pouvait compter sur une plus grande sûreté et on avait en plus l'avantage de ce que cet angle est un diviseur exact de la circomférence et cela facilitait les tours d'horizon.

„Dégré de précision des constructions graphiques" est le titre de la II^{m} partie de l'étude des erreurs qu'on peut craindre dans l'application de la photographie à la construction de cartes topographiques. En suivant le même plan que l'auteur se proposa pour la totalité du Mémoire, il commence avec quelques indications sur le moyen de déduire la planimétrie et l'altimétrie d'un terrain, d'un certain nombre de photographies. Laussedat conseille qu'on obtienne une épreuve claire de la vue, et que l'on y détermine, avec la plus grande exactitude qu'il soit possible, la distance focale.

Avec un rayon égal à cette distance, on décrit une circomférence, et on obtient (pour ce rayon) les valeurs graphiques des tangentes des angles de 1⁰, 2⁰, 3⁰, ... 15⁰: on porte ces grandeurs sur la droite d'horizon de la vue à partir du point principal, et par les bouts de ces segments on lève des perpendiculaires à cette droite là. Ensuite on détermine, graphiquement aussi, et pour le même rayon, les sécantes des angles de 1⁰, 2⁰, 3⁰, ... 15⁰, c'est à-dire, les projections horizontales des segments des lignes de visée compris entre le point de vue et le plan du cadre. Finalement, on mène des

[1]) C'était celle dont il fit usage pour la levée — devenue classique — du village de Le Buc, dont nous ferons question plus tard.

parallèles à la droite d'horizon à des distances de 1, 2, 3..... centimètres, ou à des distances correspondentes à des incréments égaux des susdites lignes de visée.

Pour faciliter et abréger les opérations, Laussedat conseille qu'on construise pour chaque distance focale un diagramme, et que l'on calque celui-ci, par n'importe quel procédé, sur toutes les vues que doivent être employées.

D'accord avec cette manière d'opérer, l'auteur parvient à rechercher „l'exactitude de la planimétrie", et remarque que les erreurs sont d'autant plus petites que les lignes de visée sont plus longues et, la distance focale étant la plus petite de celles-ci, il faut, donc, l'augmenter tant que possible pour que les deux points qui déterminent chacune de celles-ci, soient tant séparées que possible; l'influence que l'échelle à laquelle le plan est dessiné exerce sur l'exactitude de celle-ci, est aussi remarquée dans ces lignes. Laussedat fait encore une étude tout-à-fait analogue sur la „précision dans le nivellement", qui doit être bien supérieure à celle qu'on exige dans la planimétrie: dans la levée du village de Le Buc, avec une distance focale $f = 0{\cdot}50$ mètres et l'échelle $^1/_{2000}$, les hauteurs des points situés à 500 mètres de l'appareil, furent determinées avec une erreur inférieure à 1 mètre.

„Des erreurs accidentelles" s'occupe ensuite le colonnel Laussedat: et c'est dans celles-ci — dit-il — que l'on trouve le plus grand avantage de la méthode: voyons ses propres mots: „les vues sur lesquelles l'on pratique les opérations graphiques réproduisent exactement l'aspect du paysage pour chaque station et il n'y a pas généralement la moindre difficulté pour reconnaître le même object sur les vues prises depuis différents points. Dans les opérations ordinaires, le topographe oublie inmédiatement après avoir quitté une station, la disposition apparente des objets choisis comme des points de visée; et s'il soupçonne après une erreur dans les données prises sur le terrain, il n'a d'autre ressource que d'y revenir. C'est pourquoi le plus souvent on ne tâche de déterminer avec la méthode des intersections qu'un nombre très restreint de points. Avec la photographie c'est dejà toute un autre cas: le dessinateur a toujours sous sa vue les images du terrain et il peut les consulter à chaque instant pour vérifier ou corriger ses opérations. Les erreurs accidentelles, donc, doivent être très rares et il est toujours l'occasion de les corriger..... Ces résultats sont dus — nous le répétons — à la même nature des vues qui reproduisent la physionomie exacte du terrain ou, si l'on veut, à l'analogie des images qui se forment sur la rétine avec celles qui se produissent dans le foyer de la chambre obscure ordinaire. L'on comprend bien difficilement, après cela, comment il y a eu des personnes ayant cru voir un progrès dans la production d'images torturées, dont l'aspect est si différent de celui qui nous est familier.

Remarquons, enfin (et cela porte sur une espèce d'erreurs pas moins graves, mais qui dépendent de l'insufficence du dessin topographique en soi même), que les vues, réunies au plan, constituent un précieux complément pour celui-ci, et en facilitent l'étude".

La facilité que l'auteur suppose dans la reconnaissance de l'image d'un même point sur les différentes photographies exceptée, puisqu'elle dépend

évidemment de la configuration du terrain dans chaque cas, toutes les autres idées réproduites sur les lignes antérieures, ont reçu une confirmation parfaite dans la pratique de la Photogrammétrie pendant le demi siècle écoulé depuis qu'elles fûrent écrites: témoignage évident de ce que l'illustre Laussedat, en établissant les bases de son système, n'était pas un rêveur qui se lance à l' inconnu, mais l' homme de science, théorique et pratique en même temps, qui marchait sans hésiter vers un but certain et positif.

La troisième et dernière partie du Mémoire dont nous nous occupons, a pour titre „Ensemble des opérations d'une reconnaissance". Laussedat classifie en quatre groupes principaux les opérations nécessaires pour exécuter une reconnaissance complète par la méthode des perspectives photographiques: 1. Les opérations géométriques qui embrassent la mesure des distances qui séparent les différentes stations et celle des angles qui servent pour disposer les vues dans la construction du plan. 2. Les opérations photographiques. 3. L'exécution d' esquisses dessinées à œil nu sur le terrain par les méthodes les plus rapides. 4. Les constructions graphiques et le dessin à neuf du plan, pour lequel on fait servir les éléments de toute sorte ramassés sur le terrain.

L'auteur explique la manière de déterminer la ligne polygonale dont les sommets sont les points de station, et il donne après des idées générales sur le moyen d'obtennir les diapositives, en recommandant comme le plus avantageux le procédé du collodion humide, et comme le papier le plus commode le papier ciré sec. Nous croyons inutile de faire remarquer l' influence décisive que touts les avancements de l' art photographique ont exercé sur le perfectionnement et la propagation de la Photogrammétrie, et celle que les avancements succesifs en produiront, surtout la photographie en couleurs qui facilitera extraordinairement, le jour où elle sera pratique, la reconnaissance de points correspondents sur diverses plaques.

En s'occupant des „esquisses de détail" l' auteur combat l' idée de ce qu'avec la photographie elles sont tout-à-fait inutiles: mais „ils peuvent s'exécuter — dit Laussedat — avec bien plus de rapidité, et s'obtenir seulement sur les points les moins apparents du terrain, entre bâtiments ou dans les lieux couverts de végétation: il suffit, pour ces esquisses, des mesures de distances à pas et quelques côtes obtenues avec le niveau de réflexion.

Le colonnel Laussedat passe à étudier la „construction graphique ou dessin à neuf du plan". Il se rapporte principalement aux opérations que lui même réalisa pour la levée du plan du village de Le Buc, le 4 Mai 1861. Les photographies furent obtenues par un photographe professionnel qui jamais s'était occupé de lever des plans, ayant été guidé seulement pour le choix des points de vue. Les photographies obtenues ayant été confiées à un topographe expérimentée, elles suffirent pour construire avec assez de détails un plan, à l'échelle $^{1}/_{5000}$ qui, comparé avec une levée topographique faite à la même échelle par les procédés ordinaires, résulta notablement exact, autant à la partie de planimétrie, comme à celle du nivellement.

L'illustre créateur de la Photogrammétrie finit avec les lignes suivantes où il consigne son avis sur son invention.

„En exposant la méthode ordinaire des perspectives dessinées sur un tableau plat, ou plutôt prismatique, comme le meilleur qu'on puisse employer quand on veut appliquer la photographie à l'étude du terrain, nous n'avons taché d'éxagérer ses avantages, ni de dissimuler ce qu'elle a d'incomplète. Il ne serait, en effet, raisonnable d'espérer trouver sur les vues, si exactes et détaillées qu'on voudrait les supposer, ce qu'on ne peut pas découvrir sur le même terrain qu'en le parcourant de tous côtés. Ce n'est pas, donc, à la méthode même qu'on doit imputer les lacunes qu'il faut remplir dans les plans qu'elle aide à construire, puisque il en serait de même avec tout autre procédé fondé sur l'emploi de la photographie, et nous osons affirmer qu'aucun de ceux qui'ont été inventés, réunit au même dégré ces deux propriétés essentielles: la simplicité et l'exactitude.

Quoiqu'il ne soit pas à présent l'ocassion de s'occuper des différents systèmes annoncés depuis quelques années, mais qui sont restés à l'état de théorie ou qui n'ont produit que d'esquisses très imparfaites, nous ferons noter que les vues obtenues sur des surfaces cylindriques auxquelles on attribue une étendue beaucoup plus vaste qu'aux vues ordinaires, ne se prètent pas à des constructions graphiques si simples comme ces dernières D'un autre côté, nous le répétons, l'inconvénient de multiplier le nombre des épreuves devient de jour en jour moins important à mesure que les procédés photographiques deviennent plus rapides: et quand on a l'appareil installé sur la station il est bien moins pénible d'obtenier deux ou trois vues que d'en faire une seule cylindrique.

Quand aux panorames circulaires aplatis, nous en avons fait déjà la critique dans le cours de ce travail, sous le doublé aspect de l'unification de la longueur des lignes de visée et de l'altération profonde qu'elles font sûbir au paysage. Pour tout dire il faudrait ajouter que les éléments dont un tour d'horizon se compose se superposent les uns aux autres, il en résulte des images d'une telle confusion que les objets les plus visibles du terrain sont très difficiles à reconnaître sur le panorame. Mais laissant de côté tous ces systèmes spécials, revonons à celui que nous conseillons d'employer. S'il est impossible, nous l'avouons sans hésiter, d'obtenir en tous cas des levées topographiques complètes à l'aide unique de la photographie, celà ne nous empêchera pas de constater les services importants que cet art est appelé à fournir, surtout dans les reconnaissances rapides et dans les expéditions lointaines.

Si l'armée espagnole au Maroc, si les armées françaises en Chine, en Syrie, au Mexique, avaient eu des ingénieurs munis d'instruments photographiques convenablement disposés, les documents apportés de ces contrées dont la topographie est si peu connue, auraient été d'une utilité incontestable pendant la campagne même, et ils seraient d'un intérêt immense pour l'avenir, si d'autres événements importants venaient à se developper sur ces mêmes pays.

Les Etats Majors européens ne manquent pas d'officiers habiles à l'art

de lever des plans: quelques uns de ces officiers sont aussi familiarisés avec le dessin artistique, et ils ont recours aux esquisses pour illustrer leurs reconnaissances topographiques, surtout dans des contrées très accidentées. Mais cet usage est loin d'être généralement répandu, parce qu'il exige une aptitude spéciale. Il arrive aussi qu'il est difficile de mettre d'acord les travaux réalisés par des différentes personnes, qui n'éclairissent que des points isolés, quand il serait avantageux de connaître l'ensemble du paysage.

La photographie habilement employée utiliserait tous les efforts individuels en offrant de soi-même des éléments nombreux et incomparablement plus exacts que ceux qu'on trouve ordinairement sur les plans manuscrits et sur les vues esquissées en parcourant rapidement le terrain. Nous ne croyons, donc, rien exagérer en disant que la photographie doit occuper bientôt le premier rang dans les reconnaissances rapides. On peut en dire autant en ce qui concerne son intervention — si apréciée déjà — dans les voyages d'exploration scientifique.

Nous ne doutons pas, enfin, à considérer les vues photographiques comme appelées à coopérer avec grand avantage à la réalisation des opérations de détail entrepises pour la formation des cartes des pays accidentés. Il ne serait pas difficile de montrer, surtout en Espagne, de nombreux endroits presqu'inaccessibles aux moyens dont les ingénieurs disposent généralement, et que la méthode dont nous avons tâché d'établir les règles, permettra d'étudier sans un grand travail, en même temps qu'elle servira à reproduire l'aspect pittoresque du paysage.

Jusqu'ici l'intéressante „Conclusion" à laquelle fixait le major Laussedat ses propres jugements sur les applications de la Photographie à la Topographie dont il venait de mettre les fondements.

— —

Quatre notes finissent le Mémoire. On étudie à la première les „opérations nécessaires pour former une carte topographique, les vues photographiques étant données". Dans la deuxième on s'occupe du „moyen de déterminer l'orientation absolue d'une vue": dans la troisième il s' agit de „l'estadie": et dans la quatrième, enfin, on consigne quelques remarques sur l'application des chambres photographiques ordinaires à la levée de cartes topographiques, en faisant mention de celle que l'auteur réalisa en disposant un de ces appareils sur une planchette solide pour lui donner un mouvement autour d'un axe vertical, en la munissant d'un niveau Burel et constate avoir obtenu des résultats tout-à-fait satisfaisants.

Le résumé léger qui precède suffit pour se faire une idée du contenu et de l'importance historique du Mémoire de Laussedat: il contient le plan de Le Buc, avec les photographies qui ont servies pour l'obtenir, tel qu'il est reproduit dans l'ouvrage: „Recherches sur les Instruments, les Méthodes et le Dessin topographiques", dernière production de son illustre auteur.

Nous finirons cette étude en copiant une partie du rapport qui fut présenté de ce Mémoire à l'Académie par le Secrétaire de sa section des Scien-

ces Exactes, qui était, à cette époque, le savant général M. Carlos Ibañez, qui jouissait d'un juste renommé depuis qu'il avait réalisé, peu de temps avant, avec une précision remarquable, la liaison du réseau géodésique général de l'Europe avec celui de l'Afrique[1]).

Le rapport du général Ibañez sur le Mémoire de Laussedat finit avec ces mots: „Ayant considéré que dans ce Mémoire son auteur examine et résolve la question proposée par l'Académie avec l'approximation nécessaire dans la pratique de la topographie; qu'il montre avoir étudié avec soin spécial la manière d'appliquer la photographie à la formation de cartes topographiques; et considérant, finalement, la grande importance que peut attendre cet emploi de la photographie autant pour la rapidité que pour l'exactitude des opérations topographiques: et qu'il faut inexcusablement, pour arriver à la perfection dans cette méthode, stimuler et récompenser le petit nombre de personnes qui s'occupent de ces études si elles montrent quelques uns des chemins qui peuvent conduire jusqu'au point désiré.

La section (des Sciences Exactes) a décidé, par majorité de voix, proposer à l'Académie que le prix soit accordé à l'auteur du Mémoire numéro 1, l'unique présenté au Concours, malgré qu'il aurait été à désirer plus de carté dans quelques points et une plus grande extension à l'exposition des diverses causes d'erreur et des moyens de correction pour déduire la planimétrie et le relief d'un terrain.

(Compte rendu de la Séance de la Section des Exactes de l'Académie Royale des Sciences, le 29 Décembre 1869.)

II.

Theorie Géométrique de la Photogrammétrie, par le général Antonio Terrero. Madrid, 1862.

Dans le paragraphe I de cet article nous avons vu comment cet illustre académicien influa puissamment, quique d'une manière indirecte, sur les premiers travaux du colonnel Laussedat, en proposant à l'Académie Royale un thème se rapportant à ce même sujet.

Nous allons voir à présent qu'en outre de cela notre savant compatriote publia un travail original dans lequel il résolut magistralement les problèmes fondamentaux de la Théorie Photogrammétrique.

L'on croyait universellement que les remarquables travaux du renommé Docteur Guido Hauck, professeur à l'Ecole Polytechnique de Charlottenburg, publiés en 1883 et 1884, constituaient la première étude géométrique de ces questions, et le premier lieu où l'on trouve la propriété qui sert de base à l'identification de points homologues sur deux vues photographiques

[1]) Il est curieux à remarquer que ce fut à ce travail qu'assista le colonnel Laussedat le 24 Août 1858, comme délégué special du Ministère de la Guerre français pour étudier les appareils et les procédés employés par le général Ibañez pour l'opération fondamentale, la mesure de la base géodésique de Madridejos.

du même terrain, et qui reçoit généralement le nom de „Théorème de Hauck".

Cependant quand ces articles parurent dans le „Journal.... de Crelle", pas moins de vingt-et-un ans s'étaient écoulés depuis que presque toute la base fondamentale des théories qu'ils contenaient, avait été publiée dans une Revue espagnole par le général Terrero.

Cette étude a pour titre: „Topophotographie, c'est-à-dire, Applications de la Photographie à la Levée de plans topographiques", et il occupe quinze pages dans la revue intitulée „L'Assemblée de l'Armée. — Revue de Sciences, Art et Histoire Militaire"[1]).

Ce que cette date à d'éloignée, et la courte vie de la Revue citée ont été sans doute les causes du complet oubli dans lequel cet intéressant travail est tombé, au point que je ne l'ai vu cité dans aucun ouvrage national ou étranger — sauf la Mémoire du colonnel M. Pedro de Zea, dont il sera question plus tard — et que même les chefs et officiers de l'Armée espagnole ignoraient tout-à-fait son existence.

C'est pour cela que je crus accomplir un devoir de justice en faisant reparaître ce travail dans cette publication, son importance étant évidente pour l'Histoire générale de la Photogrammétrie, et surtout pour celle de l'Espagne.

La circonstance que Terrero avait publié ces études bien plutôt que Hauck ne diminue pas, cependant, en quoi que ce soit, ni le mérite ni l'originalité de ces dernières.

Terrero ne possédait pas les ressources fécondes de la Géométrie de Position, créée par von Staud quinze ans plus tard, et presqu'inconnue en Espagne, tandis qu'en Allemagne on lui accordait déjà l'importance qu'elle mérite: cette science avait été, en outre, soigneusement étudiée par Hauck. C'est pour cela que l'œuvre de Hauck est plus élevée et plus complète que celle de son prédécesseur, mais on ne peut pas réfuser à celui-ci la priorité dans la partie essentielle et vraiement pratique de la théorie. Les applications de la Photogrammétrie auraient pu être trouvées toutes d'une manière tout-à-fait identique à leur développement réél avec les seuls travaux de Terrero si même ceux de Hauck n'avaient été jamais publiés.

Le travail du général espagnol étant copié presque entier dans l'article dont nous avons fait question précédemment, nous nous bornerons ici à en faire un bref résumé qui sera, cependant, sufisant pour nous former une idée de ses points essentiels.

Il ne faut pas oublier, pour juger quelques unes de ses affirmations, la date éloignée ou ce travail fut écrit.

Terrero commence en disant que la photographie nous donne un facile moyen d'obtenir des vues ou perspectives, c'est-à-dire, des projections polaires ou centrales. Deux de ces projections, de même que deux projections orthogonales (système de Monge), déterminent la position des points et, par

[1]) Vme année — IIme époque. Vol. III Année 1862, pag. 31.

conséquent la forme et les dimensions des lignes et des surfaces. La transformation du système orthogonal dans le polaire est supposée connue par les applications de la Géométrie Descriptive à la Perspective linéaire et le général Terrero vient à s'occuper du problème inverse, soit du passage du système polaire dans l'orthogonal, et plus particulièrement -- ajoute-t-il — de celui qui s'emploie dans les dessins topographiques et qui consiste dans la projection horizontale de tous les points remarquables du terrain et un système de lignes horizontales imaginées en celui-ci (courbes de niveau) et dont les hauteurs relatives sont connues en vertu de conventions déterminées.

L'auteur continue aussi à exposer, avec la clarté que pourra apprécier le lecteur, les conditions que deux points, un de chaque vue, doivent remplir pour pouvoir être des images d'un même point de l'espace: „De même que les deux projections orthogonales d'un point contiennent une de plus des données nécessaires pour détérminer sa position, et qu'il est pour cela nécessaire que ces deux projections remplissent la condition de se trouver sur une perpendiculaire à la ligne de terre pour ne pas renfermer un absurde; de même les deux perspectives d'un point enferment aussi une donnée de plus et doivent également, pour ne pas tomber dans l'absurde, satisfaire une condition que nous allons détérminer. Appelons axe la ligne des pôles, et plans visuels ceux qui sont menées par cet axe: alors pour que deux points tracés un sur chacun des cadres, puissent être des perspectives d'un même point de l'espace, il est nécessaire et suffisant que les rayons visuels respectifs se coupent à un point de l' axe, et par conséquent, se rencontrent sur un même plan visuel.

Cela posé, le système des plans visuels détermine par l'intersection de ceux-ci avec les cadres, un système de lignes sur chacun de ces cadres[1]). Chacune de ces lignes a sa ligne conjugée sur l'autre cadre, car les deux lignes doivent correspondre à un même plan visuel. D'ou il résulte que pour que deux points (un sur chaque cadre) puissent être des perspectives d'un même point de l'espace, ils doivent appartenir à des lignes conjugées de ces deux systèmes.

Il s'ensuit aussi que deux points quelconques pris sur des lignes conjugées peuvent être des perspectives d'un point de l'espace; et que deux points situés sur des lignes non conjugées ne pourront point l'être.

Si les cadres coupaient l'axe, en chacun de ces points d'intersection toutes les lignes de chaque système se couperaient et si les deux cadres se coupaient entre eux, les lignes de chaque système couperaient l'intersection commune en différents points, mais en un même point chaque paire de lignes conjugées. Quand les cadres sont plans, comme on les a employés jusqu'à présent dans la Phototopographie, les lignes tracées sur eux par l'intersection des plans visuels seront des lignes droites.

[1]) Il faut remarquer que les cadres, c'est-à-dire, les surfaces sensibles ou les photographies se sont formées peuvent bien être d'autres surfaces que des plans (p. e. surfaces cylindriques, sphériques etc).

18*

En rabattant alors les cadres autour de leurs traces horizontales comme des charnières, il serait facile de contrôler la conformité des deux perspectives.

De ce qu'il y a une donnée de plus pour déterminer la position d'un point, soit par deux projections polaires, soit par deux orthogonales, l'on déduit l'impossibilité de choissir arbitrairement ces deux projections: et cela oblige à une construction qui permet de déterminer, une projection étant donnée, une ligne sur laquelle l'autre projection doit se trouver. Cette propriété offre en outre l'avantage important de laisser une ligne complètement déterminée par ses deux projections, puisque moyennant une construction plus ou moins compliquée, l'on déduit les points de ces deux projections qui se correspondent réciproquement et appartiennent à un même point de la ligne originale qu'elles représentent. Autrement cela serait si les lignes étaient déterminées point à point comme on est astreint à le faire quand elles se trouvent en un plan perpendiculaire à la ligne de terre, si ce sont des projections orthogonales, ou en un même plan visuel si ce sont des projections perspectives ou polaires. Au même cas, les surfaces seraient aussi représentées point à point tandis que la circonstance indiquée permet qu'elles le soient par un système de lignes convenablement choisi."

Dans les pages antérieures on voit démonstrée la possibilité de résoudre théoriquement le problème fondamental de la Photogrammétrie, à l'aide de la relation consignée dans les lignes soulignées et qui n'est autre chose — le lecteur a bien pu l'observer — que ce qui s'appelle couramment le „Théorème de Hauck".

Le général Terrero s'occupe de la manière de choisir la série de stations qui doivent servir pour obtenir les vues photographiques, en reliant ces stations au moyen d'une chaine convenable de triangles, dont les angles et les côtés seront soigneusement mesurés, tout en déterminant en outre l'orientation de l'une de ceux-ci. L'auteur recommande l'emploi des photographies obtenues sur des plans verticaux, c'est-à-dire, avec des axes optiques en position horizontale, et il indique la nécessité de marquer clairement sur le cadre sa droite d'horizon et son centre ou point principal, en mesurant avec la plus grande exactitude la distance qui sépare ce point du centre optique de l'objectif de la chambre photographique (distance focale).

Terrero s'occupe ensuite de la transformation des perspectives coniques dans les orthogonales, c'est-à-dire, des vues photographiques à la planimétrie et altimétrie du terrain qu'elles représentent, séparant les deux cas qui peuvent se présenter, selon que les rayons principaux soient horizontals ou qu'ils ne le soient pas. La solution complète de ces problèmes peut se voir dans l'article cité de „Internat. Archiv für Photogrammétrie".

La partie théorique étant terminée, l'illustre académicien espagnol consigne quelques considérations pratiques sur la manière de construire le plan topographique avec les données ramassées sur le terrain.

Finalement, il s'occupe de la photographie panoramique qui fut en si grand crédit quand Martens, Porro, Chevallier et d'autres inventeurs prétendirent réduire le nombre excessif de vues photographiques qui étaient

nécessaires pour faire un tour d'horizon. Il est aussi digne d'attention de voir que, s'écartant de l'opinion de nombreux partisans décidés que ces inventions eurent à cette époque, Terrero assure sans hésiter que l'emploi des vues planes est tout-à-fait préférable à ces autres méthodes, la simplicité des constructions qui sont suffisantes pour construire le plan d'après celles-là compensant surabondamment le plus grand nombre de vues à prendre sur le terrain.

Finalement, le savant espagnol indique déjà l'utilité incontestable que la stéreoscopie peut fournir pour la levée des plans topographiques, et il termine son Mémoire par quelques considérations sur l'application de la photographie aux arts militaires, à lesquelles il s'occupe préféremment en raison de sa profession.

Voilà à grands traits le travail de l'illustre général espagnol qui, la méthode photogrammétrique à peine initiée, prévoit les importantes applications dont elle est capable et se livre avec enthousiasme à son étude, en posant ses bases théoriques et résolvant ses problèmes fondamentaux un quart de siècle avant le premier qui le suivit sur ce chemin.

Dans mon article „Sur une question de priorité . . . . ." on peut trouver une note biographique du général Terrero, et c'est aussi là où nous avons consigné notre espoir que les auteurs qui s'occuperont plus tard de ces questions, ajouteront le nom de mon illustre compatriote à celui du savant professeur allemand. en substituant la dénomination actuelle de la relation fondamentale de la théorie photogrammétrique par le plus exact et plus juste de „Théorème de Terrero-Hauck".

III.

Mémoire officiel du major d'état major, M. Pedro de Zea, chef de la commission envoyée à l'étranger pour étudier les applications de la Photographie à la topographie (8 Mai 1863).

Les intéressants travaux du général Terrero, dont nous venons de nous occuper, éveillèrent dans l'Armée espagnole le vif intérêt que l'on peut supposer, et immédiatement une Commission de Chefs et Officiers fut nommée pour étudier tout ce qu'on connaisait hors de l'Espagne sur les méthodes photogrammétriques. Le résultat de ce voyage fut consigné par le chef de la Commission, M. Pedro de Zea, lieutenant-colonnel de la Cavalerie, major d'Etat Major, dans un Mémoire dont nous allons faire un bref resumé.

Il commence en rappelant celui écrit en 1854 par le colonnel Laussedat sur l'application de la chambre lucide aux reconnaissances militaires. il continue en décrivant les travaux qu'à cette date réalisa Laussedat, aprés avoir substitué la chambre lucide par la photographie, et il étudie soigneusement la chambre construite par Brunner selon les plans de Laussedat. On y trouve aussi une notice sur les travaux que Bonic réalisa en même temps que ceux dont nous venons de faire mention. En ce qui

concerne l'exactitude de la méthode, Zea dit qu'il faut attendre pour en juger, la termination du plan de Le Buc, qu'on dessinait alors, et le Mémoire que Laussedat préparait sur ce sujet, dont il „ne pouvait pas, malhereusement, copier les conclusions, parce qu'il était encore un document secret, destiné au Concours de l'Académie Royale des Sciences de Mardrid".

Le major Zea voit deux inconvénients à la méthode de Laussedat: premièrement „le grand nombre de photographies qu' exige le tour d'horizon par l'ouverture reduite des objectifs photographiques" (il ne faut pas oublier que cela s'écrivait en 1863); et ensuite „la difficulté de reconnaître un même point sur deux photographies, par le différent aspect qu'il présente sur l'une et l'autre". Pour corriger le premier de ces inconvénients, le major Zea propose l'emploi des chassis à coulisse, et pour rémedier au second, l'application des méthodes géométriques exposées par le général Terrero dans le Travail que nous avons déjà étudié.

Malgré cela M. Pedro de Zea croit que la méthode de Laussedat est bien supérieure à l'emploi des chambres de Sutton et de Berch, et de la planchette de Chevalier.

Cet intéressant Mémoire finit avec quelques idées sur la formation des Brigades Topographiques militaires et sur l'application de la Photographie à la réproduction des plans.

IV.

Topographie photographique, c'est-à-dire, application de la photographie à la Levée de plans par MM. Ciriaco de Iriarte et Leandro Navarro, ingénieurs agronomes.

Publié en 1899, peu après le livre classique du capitaine E. Deville, du Canada, dont il suit le plan général, cet ouvrage a le mérite incontestable d'être le premier d'une certaine étendue qui parut en Espagne après le long intervalle qui suivit aux travaux de Terrero, et d'avoir été l'aiguillon qui stimula tous ceux qui dans ces dernières années avaient repris le chemin abandonné, en faisant concevoir pour la Photogrammétrie des flatteuses espérances dans un bref délai.

L'œuvre de MM. Iriarte et Navarro est la plus complète et documentée de toutes celles qui ont été écrites en Espagne sur ce sujet: mais les limites réduits de ces Notes nous forçent à en faire seulement un bref resumé.

C'est en trois parties que nous pouvons diviser l'ouvrage dont nous nous occupons: 1ère Notices historiques, 2me Notions de Perspective, et 3me Phototopographie.

La première partie commence avec quelques considérations sur les avantages de la méthode et les causes qui se sont opposées à son développement dans quelques pays. On y trouve après, une complète énumeration des applications de la Photogrammétrie realisées en France, Allemagne, Italie, Autriche, Canada et Espagne, s'occupant spécialement des travaux de

Laussedat à Paris, I. et H. Vallot au Mont Blanc, Paganini sur les Alpes et Deville dans le Canade. Elle finit avec quelques notes sur les travaux du major Zea, et l'ingénieur Pié y Allué, en Espagne.

La deuxième partie de l'ouvrage est un Traité de Perspective, analogue à celui qui a été publié par Deville dans son ouvrage, naturellement plus vaste, puisqu'il compte 120 pages.

Dans la troisième partie de l'ouvrage on décrit plusieurs types d'appareils photogrammétriques, et on y étudie avec soin toutes les opérations nécessaires pour obtenir un plan topographique, certains appareils auxiliaires inclus, comme les perspectomètres et perspectographes.

Quelques notices sur les levées photographiques réalisées par les auteurs à Madrid et par Moncayo à Aragon, dont nous donnerons une idée à la Partie III de cet article suivent. Une extense Note bibliographique ferme l'ouvrage.

V.

„Photo-topographie pratique" par le lieutenant colonel d'état major M. Alejandro Más y Zaldua.

Parmi les personnes qui à ces dernières années se sont livrées avec intérêt à l'étude et l'application des méthodes photogrammétriques, se trouve au premier rang le savant professeur de l'Ecole Supérieure de Guerre de l'Armée espagnole, le lieutenant colonel M. Alejandro Más y Zaldua.

Il a publié un petit livre, très remarquable, dans lequel il apparait sous trois aspects également intéressants: celui de vulgarisateur, de perfectionnateur et d'expérimenteur du système. C'est pour cela que nous devons soigneusement analiser ses travaux.

Le livre „Photo-topographie pratique" dans lequel il a consigné le résultat de ses propres observations est, sans doute, le plus pratique et convenable pour celui qui veut se mettre en peu de temps au courant des méthodes photogrammétriques

Nous tâcherons d'en donner une idée.

L'auteur commence en exposant, avec clarté et concision, le fondement de la méthode sur laquelle réposent les procédés photogrammétriques: il s'occupe après des appareils de campagne, photogrammètres, photothéodolites, phototachéomètres et photoboussoles; de leurs constantes et corrections et de la manière de les employer. Finalement, il conseille pour toute classe d'essais, la substitutions des appareils couteux construits ex-professo, par d'autres constitués par l'addition d'une bonne chambre photographique à un appareil topographique ordinaire, avec lesquels on obtient des résultats aussi excellents qu'avec les autres, et qui permettent une grande économie.

Comme exemple de cette transformation, il décrit en détail la photo boussole et le phototachéométrie qu'il fit préparer pour ses intéressants travaux et avec lesquels il obtint d'excellents résultats. Ils sont décrits dans la IIIme Partie de cet étude.

Les élements dont M. Más disposait pour les travaux de campagne étant connus, le, troisième chapitre de son livre s'occupe de l'exposition des règles générales qu'il faut observer dans ces travaux, en séparant les deux cas selon que la levée soit de petite ou de grande étendue.

Il fait question des opérations qu'il faut réaliser au bureau, leur organisation et les moyens auxiliaires pour les accomplir. Il décrit, parmi ceux-ci, en plus du tablier et du transporteur photographique généralement connus, deux appareils qu'il a inventés. Ce sont „l'intersectotographe" destine à la fixation des points sur le plan, et les „tables graphiques tachéomètriques", qui sont aussi d'une grande utilité pratique pour le calcul des différences de niveau. La description de ces deux appareils peut se voir dans la notice sur la „levée photogrammétrique de la ville de Ribas (Gerone)" que nous incluons dans la IIIme Partie de ces Notes.

Après avoir exposé la théorie de Terrero-Hauck pour l'identification de points des deux photographies, et le moyen le plus rapide et facile de l'appliquer pratiquement, le lieutenant colonel Más finit avec un chapitre sur les avantages de la Phototopographie et les cas dans lesquels son emploi est recommendé spécialement.

Comme complément et explication des idées exposées dans son livre, l'auteur finit par la description de la levée de la ville de Ribas qui peut se voir — comme nous venons d'indiquer — dans la IIIme Partie de ce travail.

VI

D'autres travaux théoriques sur la photogrammétrie.

En 1876 l'officier télégraphiste M. Pedro de Borja y Alarcón publia une brochure intitulée: „Etudes sur l'Application de la Photographie à la Topographie", dans laquelle on voit décrites les méthodes et les appareils de Laussedat et Chevalier, et l'estereographe du capitaine de l'Artillerie belge M. N. Plucker: de la comparaison de ces trois appareils l'auteur déduit la supériorité de la planchette de Chevalier, l'unique qui avait été introduite par la Société Géographique de Paris dans le programme du Congrès qu'elle célébra à cette date là.

Pendant les vingt années dernières plusieurs articles photogrammétriques ont été publiés dans les Revues théoriques des differents Corps civils et militaires. Nous pouvons citer, parmi ces travaux, celui publié en 1890 par le lieutenant du Génie M. Ramiro Soriano; en 1895 un autre de l'ingénieur de Mines M. Juan Pié y Allué dans la „Revue des Mines"; encore un autre du colonel M. Ugarte dans le „Mémorial du Genie Militaire" et un du capitaine M. Carlos Bona dans la „Revue Technique d'Infantérie et Cavalerie", etc.

Récemment, M. le Docteur Antonio Torroja, Ingénieur de Mines, a présenté au Congrès Scientifique célébré à Valence l'année dernière, un

Mémoire intitulé „Note sur un problème de Géométrie", dans lequel il applique les méthodes de la Géométrie de Position au „problème de l'orientation des vues en Photogrammétrie" et où il déduit quelques solutions bien plus simples et pratiques que celles qui avaient été publiées précédemment par Hauck, Schmid et par nous même.

Finalement, nous avons publié les travaux suivants:

1. Phototopographie Théorique et pratique. — Madrid, 1907. — 187 pages.

2. Fondement Théorique de la Phototopographie (dans la Revue de l'Académie des Sciences de Madrid) 1908. — 60 pages.

3. Application des Coordonnées projectives au problème général de la Phototopographie, (dans les Annales de la Faculté des Sciences de l'Université de Saragosse). — Saragosse, 1908. — 8 pages.

4. Le problème de l'Orientation des Vues en Phototopographie. (Mémoire présenté au Congrès Scientifique de Saragosse en 1909). — Madrid, 1909. — 20 pages.

5. Applications métriques de la Stereoskopie. (dans la Revue de Travaux Publiés). — Madrid, 1909. — 104 pages.

6. Le Problème général de la Photogrammétrie et de la Perspective en Coordonnées projectives. (dans l'Archiv International de Photogrammétrie). — Vienne, 1909. 8 pages.

7. Sur une question de priorité à propos „Théorème Hauck". (dans la même Revue). — Vienne, 1910. — 9 pages.

IIme Partie.

Levées Photogrammétriques Realisées en Espagne.

I.

Brigade Topographique du Génie militaire.

L'an 1890, la Brigade se trouvant à Gerone, son second chef, le colonel M. Rafael Peralta propose l'installation d'un Laboratoire Photographique pour réaliser quelques essais sur ce sujet. La préposition ayant été acceptée par le Ministre de la Guerre, les travaux furent divisés en trois sections: Ière Pour obtenir les photographies des terrains dont le plan se levait par les procédés ordinaires, pour cotrôler et compléter les plans obtenus: la chambre photographique était munie des dispositions nécessaires pour placer la plaque parfaitement verticale et pour en mesurer l'orientation au moment d'obtenir les vues. Les résultats de ces travaux furent très pratiques.

2. Pour obtenir les copies, réductions et agrandissements des plans déjà dessinés: la bonté de la méthode fut si évidente, que depuis cette date on a continué à l'appliquer constamment.

3. Essais de Phototopographie ordinaire et application de quelques méthodes spéciales rapides, que M. Peralta appelle phototachéométriques, et avec lesquels on obtint le plan d'une partie du Montjuich à Barcelone: le résultat de cet essai fut contrôlé en le comparant avec un

autre obtenu précédemment par les anciennes méthodes. Ces travaux durèrent quatre mois et on y dépensa 1500 pesetas (1 peseta = 0·72 marcs): la plus grande partie de cette somme fut destinée à l'acquisition du materiel nécessaire.

En 1891 et 1892 on reprit les essais photogrammétriques à Mahón (iles Baléares) où la Brigade topographique s'était rendue: on abandonna les méthodes rapides, en se livrant seulement à la Photogrammétrie ordinaire.

En 1897 on employa la photographie comme un précieux auxiliaire dans les travaux du Fort de Saint Julien à Gerone, sous la direction du même colonnel Paralta.

Postérieurement, l'E'tat Major a réalisé quelques essais dans différentes contrées de l'Espagne.

II.

Etat major de l'Armée. Levée phototachéométrique de la ville de Ribds (Gerone et de ses Alentours, par le lieutenant colonel M. Alejandro Más y Zaldua.

Parmi les nombreux travaux que l'Etat Major a réalisé par les méthodes photogrammétriques, le plus important a été celui de la contrée de Ribas, dans les Pyrenées catalans, réalisé par le lieutenant colonel M. Alejandro Más y Zaldúa, aujourd'hui professeur de Topographie à l'Ecole Supérieure de Guerre, l'un des plus illustres et des plus convaincus amis du système.

M. Más étant chargé de la levée du plan, à l'échelle $^1/_{20000}$, de la frontière hispano-française, dans une partie des Pyrénées orientales, la lenteur avec laquelle devaient nécessairement se réaliser les opérations des méthodes tachéomètres ordinaires dans un terrain tellement brisé, lui donna l'idée de recourir à la photographie pour faciliter et perfectionner son travail.

Avant de proposer au Ministère de la Guerre l'adoption de la méthode photogrammétrique pour tous ces travaux, le lieutenant colonel Más voulut s'assurer lui même de sa convénience, et c'est pour cela qu'il réalisa l'essai que nous allons décrire.

Les appareils employés furent une photoboussole et un phototachéomètre, construits sous sa direction en ajoutant de bonnes chambres photographiques à deux instruments topographiqes ordinaires.

La boussole était de Breithaupt, avec graduation centésimale: sur trois pieds munis de vis calantes repose une chambre de forme pyramidale, avec un objectif Zeiss, serie V, numero 2 et distance focale f = 0·113 mètres: tout cela peut se voir dans les figures 1, 2 et 3. L'objectif est monté sur une coulisse qui peut se fixer, par un engrenage de pignon et crémaillère à 15 positions différentes, qui sont gravées dans une échelle.

La ligne principale et d'horizon se marquent par des paires de peignes, symmétriquement placés. Ceux de la première ont trois dents, dont les centrales déterminent la position de la ligne principale. Les peignes qui

fixent la ligne d'horizon ont chacun 15 dents, qui corréspondent aux divers positions de l'objectif.

Les faces laterales de la chambre photographique forment un angle de 80° et servent pour apprécier directement l'angle embrassé par l'objectif. L'ouverture horizontale de celui-ci étant de 82°, et de 87° la verticale: elle permet, donc, d'atteindre des pentes des 33° 50′ à la position centrale de l'objectif, et de 46° 50′ dans les extrèmes.

Malgré la plus grande légèreté des pellicules et la commodité de leur emploi, le lieutenant colonel Más préféra employer des plaques, celles-ci

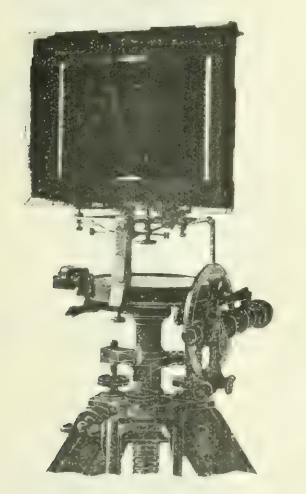


Fig. 1.

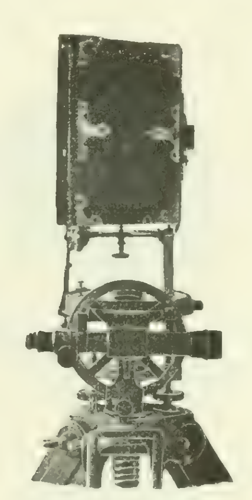


Fig. 2.

étant moins sensibles aux changements de température, se conservant plus longtemps après avoir été révélées, et se trouvant dans le commerce plus bon marché et bien plus souvent que les pellicules.

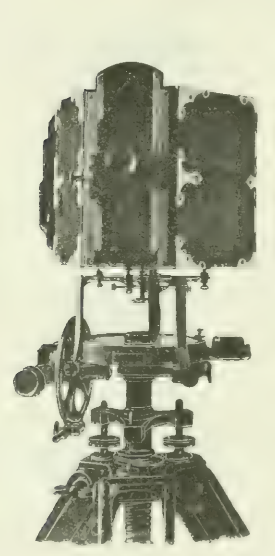
Un tachéomètre, Breithaupt aussi, avec une chambre photographique superposée, constitue le phototachéomètre construit pour le comparer avec la photoboussole: celle-ci fut, cependant, préférée d'une manière systématique dans la pratique, parce qu'elle présentait bien plus bas son centre de gravité, et qu'elle avait, donc, beaucoup plus de stabilité que le phototachéomètre. On peut le voir sur la figure 4.

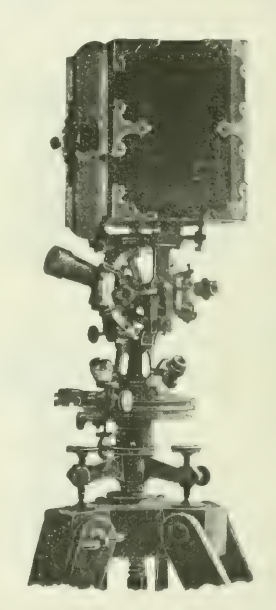
Les appareils dont M. Más disposait étant connus, nous donnerons une idée des travaux vérifiés sur le terrain. Il commença en faisant un itinéraire tachéométrique qu'on peut voir dans la planche I, Fig. 5 et qui était situé à une hauteur moyenne sur les côtes des vallées de la rivière Fresser et de ses diserts les ruisseaux Rigalt et Sagadell, en parvenant, de cette manière.

à embrasser sur chaque vue toute la hauteur de la côte, avec l'ouverture de l'objectif de la photoboussole.

Il faut tenir compe que l'étrécissement de ces vallées limitait beaucoup le champ des photographies et forçait, donc, à augmenter considérablement le nombre de celles-ci.

La zone qui comprend la levée est de 2 kilomètres, et on y détermina 1500 points, à peu près: le dessin du plan ayant été fait à l'échelle $^1/_{5000}$, il résulte une moyenne de quatre points par centimètre carré.


Fig. 3.


Fig. 4.

Pour transporter les points au plan, sans avoir besoin d'employer le transporteur ordinaire d'angles et la règle graduée, le lieutenant colonel Más conçut l'idée d'un appareil auquel il donna le nom „d'intersectographe", et dont l'emploi abrège considérablement les opérations graphiques et diminue en même temps les causes d'erreur qu'elles pourraient apporter.

La fixation de chaque point dans le plan exige le tracé de deux droites (les lignes de visée qui le déterminent par sa rencontre), et la mesure de deux distances (celles qui séparent le point des deux stations) pour déterminer la différence des niveaux correspondents. L'intersectographe réalise d'un coup ces quatre opérations et présente, en outre, l'avantage important d'éviter le dessin de ces droites-là sur le plan, avec quoi celui-ci résulte

beaucoup plus net, puisqu'il contient seulement les points mesurés, et aucune des constructions nécessaires pour leur détermination.

L'intersectographe a comme éléments principaux, deux transporteurs et deux règles graduées. Un des transporteurs (figure 6) est monté sur une coulisse qui enchâsse dans une fente longitudinale faite à l'axe d'une des règles, et l'autre est fixe, quoiqu'il peut tourner autour de son centre. L'axe de rotation dans tous les deux, est une vis creuse pour pouvoir le centrer sur les stations, et il a à sa partie supérieure un écrou qui permet, en le serrant, de fixer les transporteurs à la régle fixe, en laissant en liberté les deux règles graduées qui tournent autour des mêmes centres. Les transporteurs portent le zéro dans le milieu de l'arc, en développant ses

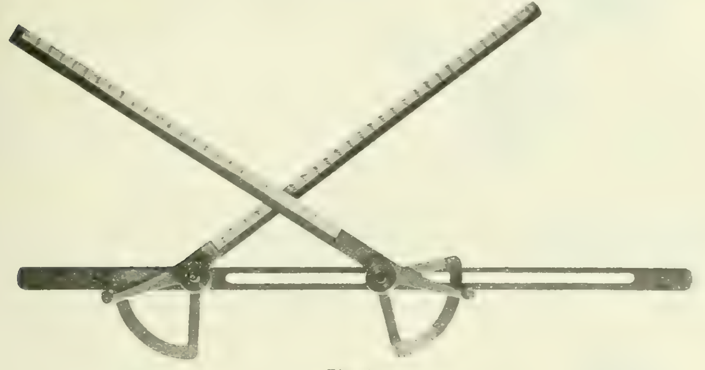


Fig. 6.

graduations vers l'un et l'autre côté, jusqu'à 45 ou 50°, selon que la division employée soit sexagésimale ou centésimale: chacune de ces divisions est gravée sur une des faces de chaque transporteur.

L'explication précédente suffit pour comprendre l'usage de l'intersectographe.

On centre le transporteur fixe sur une des stations et on fait mouvoir l'autre jusqu'à ce qu'il se place sur la deuxième station : alors on assujétit la règle avec deux poids placés sur ses deux bouts. Ensuite on fait coincider les bords intérieurs des règles avec les traces des plans principaux des vues, et les bords du bout de même avec les zéros des transporteurs. En serrant alors les écrous de leurs centres nous aurons orientés ceux-ci et disposé l'instrument pour travailler: et prenant simultanément sur les transporteurs, avec les bouts des règles, les angles horizontals de chaque point, on déterminera la position de celui-ci par la rencontre des bords des règles graduées. es les distances de même aux stations par les lectures faites sur ces règles.

Celles-ci sont divisées en millimètres et leur numération corresponde à l'échelle avec laquelle on travaille, à fin de pouvoir lire directement les distances.

De cette manière nous obtiendrons par une seule opération le même résultat qu'avec les quatre qu'il fallait faire séparément.

Dans quelques cas l'usage de l'intersectographe décrit est un peu incommode à cause de la règle sur laquelle les transporteurs sont montés: c'est pour remédier à cet inconvénient que M. Más a fait construire deux

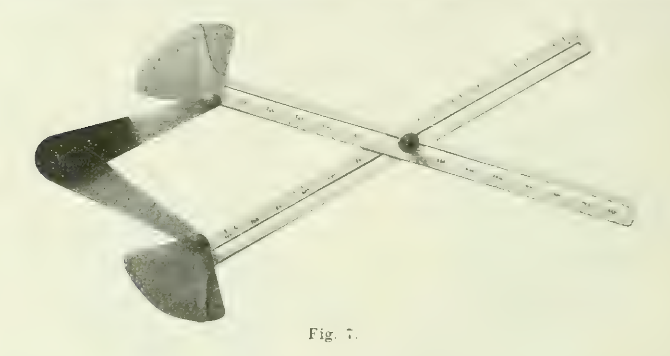


Fig. 7.

autres modèles. L'un est métallique (figure 7) avec des nonius ou verniers appréciant les 10′, et des règles en bois. L'autre (figure 8) est de celluloide transparent, avec les règles articulées avec une vis. Son usage est analogue à celui que nous avons expliqué pour le type primitif.

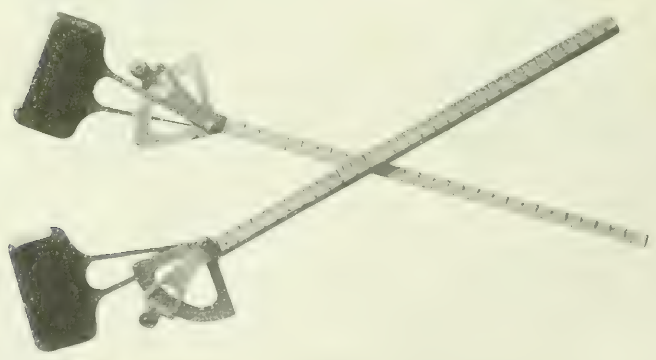


Fig. 8.

L'intersectographe étant décrit, et son emploi expliqué, nous décrirons encore un autre moyen auxiliaire que le lieutenant colonel Más employa pour obtenir les differences de niveau des divers points du terrain, en connaissant toujours la distance, réduite à l'horizon, et la pente de la ligne de visée qui correspond à chacun d'eux.

Les „tables graphiques tachéomètriques", qui peuvent s'appliquer à toutes les levées photogrammétriques, quoiqu'elles n'en scient pas exclusives, ont comme fondement le principe de ce que le lieu géométrique de touts les nombres générateurs égaux à un certain nombre, est la circumférence décrite avec un rayon égal à la moitié de ce nombre, et dont le centre est le point moyen de la droite qui le représente.

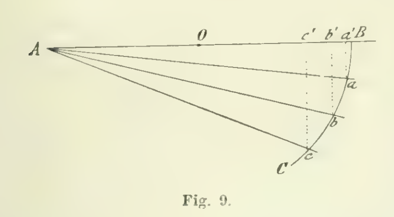


Fig. 9.

C'est-à-dire, que si nous prenons sur une horizontale une distance quelconque AB et que sur son centre O nous décrivons un arc de cercle BC avec un rayon $OB = OA = \frac{1}{2} AB$ (figure 9) ce cercle sera le lieu géométrique des nombres générateurs égaux à AB. Donc, si nous placons le tachéomètre en A et une mire verticale en B (AB étant horizontale), et si nous supposons que celle-ci parcourt l'arc BC, en se conservant toujours verticale et que la lunette du tachéomètre la suit dans son mouvement, les fils du réticule comprendront toujours la mème distance sur la mire que si celle-ci était en B.

En conséquence, si nous imaginons tracés par A plusieurs rayons Aa, Ab, Ac, ... avec de diverses pentes, les distances Aa, Ab, Ac, ... seront les nombres générateurs correspondents à chacune de celles-ci: les droites aa', bb', cc', ... perpendiculaires à BB, répresenteront les différences de niveau, et Aa', Ab', Ac', ... les distances réduites à l'horizon.

Dans le tableau graphique dont nous parlons (figure 10) la ligne horizontale AB est divisée en 300 parties et c'est d'elle que partent dans les conditions précédemment énoncés, un nombre égal d'arcs de cercle représentatifs des nombres générateurs, et à partir d'A on a gravé une série de rayons de degré en dégré, jusqu'à 50⁰ [1]).

Sur un cercle BC extérieur et concentrique au 300—300 il existe une graduation de 0·10 en $0^0{\cdot}10$ avec une double numération de 100^0 jusqu'à 50^0 et de 100^0 à 150^0. Cela permet détérminer les distances zénithales avec une aproxination de $0^0{\cdot}05$, en se servant d'un rayon mobile R de soie qui tourne autour du point A.

Dans la partie supérieure et parallèlement à AB il existe une petite règle rr sur laquelle peut glisser une coulisse D unie à une autre règle dont le bord gauche porte graduation analogue à celle de la ligne AB, et c'est pourquoi on a mis à l'intérieur de la coulisse un petit ressort qui la force à maintenir son bord inférieur toujours en contact avec la reglette fixe.

On comprend par cette disposition que dans la graduation de la règle mobile, il faut prendre les différences de niveau après l'avoir déplacée au point voulu pour que son bord gauche coincide avec le point de rencontre

[1]) Dans la figure on a représenté seulement, pour plus de netteté, les nombres générateurs de 5 à 5 unités, les rayons des pentes de 5' à 5', et l'arc BC divisé de 0·20 à 0·20.

du rayon de soie mis sur la distance zénithale donnée, et le cercle répresentatif du nombre générateur, qui est aussi donné. La distance réduite à l'horizon sera celle qu'on peut lire sur la division correspondente, sur l'horizontale AB, au zéro de la règle. Entre AB et la reglette fixe on a gravé une autre graduation de 300 à 600, dont les divisions sont la moitié de celles

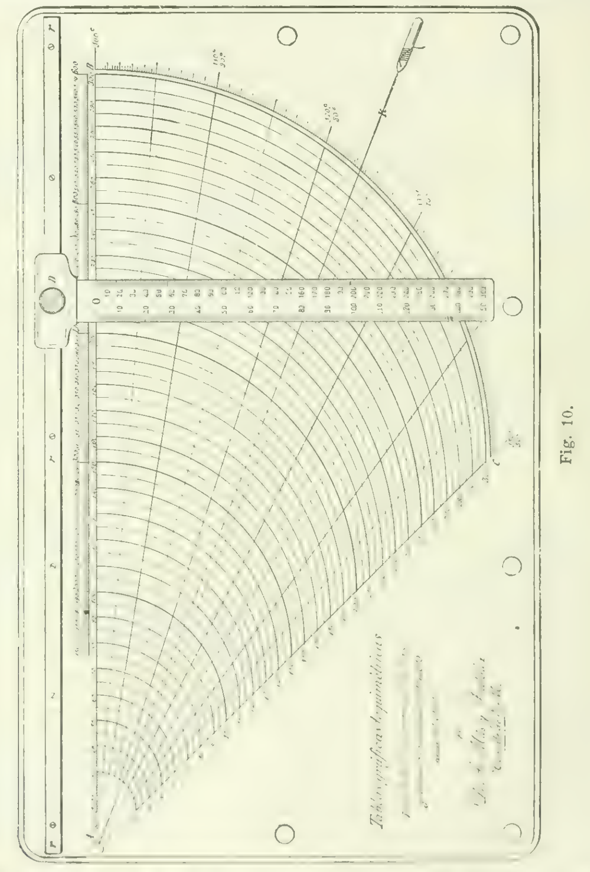


Fig. 10.

d'AB; et le bord droit de la règle mobile a une autre graduation égale de 0 à 300. Ces doubles graduations nous permettent d'opérer avec de nombres générateurs jusqu'à 600.

Dans les instructions qui accompagnent l'abaque, on a égard aux quatre cas qui peuvent se présenter dans son usage, et qui sont les suivants :

1. Pour des générateurs de 30 à 300.
2. „ „ infericurs à 30.
3. „ „ entre 300 et 600.
4. „ „ superieurs à 600.

Dans les trois premiers cas, les tables graphiques donnent les différences de niveau et les distances réduites, avec une seule position de la règle, c'est-à-dire, d'une fois, avec des erreurs non supérieures à $0^{m}\cdot15$ dans le premier cas, $0^{m}\cdot02$ dans le deuxième et $0^{m}\cdot03$ dans le troisième. Dans le quatrième l'erreur sera variable puisqu'elle dépend des nombres générateurs dans lesquels on aura décomposé le nombre donné.

Ce tableau est imprimé sur un carton très fort convenablement vernis pour que sa durée soit plus grande, et il peut être laver avec une éponge quand il est sâle par l'usage: il est monté sur un petit tableau en bois pour faciliter son usage.

Tous les éléments auxiliaires que nous venons de décrire ont été employés pour la levée des alentours de Ribas, dont nous avons fait question au commencement de ce paragraphe.

Les erreurs trouvées dans la méthode photogrammétrique furent inférieures à celles qui se présentent dans les levées tachéométriques ordinaires, puisque, comme M. Más dit très sagement: „les erreurs commises dans la détermination tachéométrique d'un point dépéndent de l'imparfaite correction ou nivellement de l'instrument, des erreurs de lecture sur la mire et surtout, du manque de verticalité de celle-ci: dans la méthode photogrammétrique ces causes se réduissent aux deux premières, qui sont les plus faciles à éviter en opérant avec soin."

Les planches II, III et IV avec les fig. 11, 12 et 13 montrent le plan déjà dessiné et deux photographies qui ont été employées pour le former.

III.

Institut géographique et statistique.

Cet important organisme, dont un des buts principaux est la formation du Mape Cadastrale de l'Espagne, ne pouvait rester indifférent au developpement toujours croissant que les méthodes photogrammétriques avaient atteint en Europe et en Amérique, et en 1902 il se décida à faire un essai officiel, en choisissant pour cela la contrée de „Otero de los Herreros" dans la province de Ségovie, laquelle offrait l'avantage de contenir des terrains aux conditions les plus diverses pour le travail que l'Institut devait y réaliser.

Une brigade sous les ordres de l'ingénieur géographe M. José Galbis se chargea de la partie photogrammétrique, tandis qu'une autre brigade, commandée par l'ingénieur M. José Borus prenait par les méthodes non photographiques les données nécessaires pour le même travail. Cette organisation permetait de comparer aisément les avantages et les inconvénients de l'un et de l'autre système.

Les appareils employés furent un phototachéomètre et une photoboussole, qui furent employés simultanément pour décider, par la comparaison, lequel des deux était plus convenable pour ces travaux.

Le phototachéomètre était un Bridges-Lee. La photoboussole était construite dans le même Institut, en munissant une boussole Aquino d'une bonne chambre photographique, avec objectif Zeiss.

Pour les opérations au bureau on commença en employant le tableau photographique, mais plus tard, il fut substitué par le transporteur photographique, dont l'emploi est plus expéditif.

En 60 jours un ingénieur et un topographe prirent à la campagne toutes les données corréspondentes à 4332 hectares, c'est-à-dire, qu'il résulte une moyenne de 70 hectares par jour: quoiqu'il y ait eu des jours où l'on arriva à 600. Le dessin du plan à l'échelle $^1/_{25000}$, avec tout le travail de bureau, fut terminé par les mêmes opérateurs en quatre mois.

La dépense totale du travail fut de 1346 pesetas, non supérieure à celle des méthodes ordinaires, mais quand le service sera organisé normalement, même cette dépense sûbira une forte réduction.

Les résultats généraux de cet essai, consignés par M. Galbis dans le Mémoire officiel dont nous avons pris les renseignements antérieurs[1]) peuvent se condenser dans les lignes suivantes: „l'exactitude de la méthode est égale à celle des autres méthodes, quand le terrain permet qu'elle soit appliquée en bonnes conditions, ce qui n'est point arrivé toujours, chez l'essai dont nous nous occupons. La méthode photogrammétrique ne peut substituer les méthodes ordinaires pour les travaux du Mape Cadastral, mais il peut leur servir de puissant auxiliaire surtout pour les contrées fortement brisées."

IV.

Photographies obtenues en ballon.

En 1890 le colonel Peralta, qui s'occupait à cette époque d'essais photogrammétriques avec des plaques verticales, dont nous avons déjà fait mention, conçut l'idée d'employer des ballons captifs, munis de chambres photographiques pour obtenir des vues sur des plaques horizontales.

Cette idée, qui postérieurement a trouvé une complète sanction pratique, était à cette époque presqu'inconnue en Europe, et le Mémoire officiel où elle était developpée, présenté alors au Ministère de la Guerre est l'unique témoignage de sa priorité, et c'est très regrettable qu'il n'ait pas été publié pour faire connaître les intéressantes méthodes qu'on y proposait pour déduire des photographies les plans complets du terrain réproduit sur celles-ci.

Jusqu'en 1903, date à laquelle M. Rafael Peralta fut nommé chef de la Brigade Topographique du Génie Militaire, ces intéressants essais ne purent

[1]) Direccion General del Instituto Geográfico y Estadistico. Ensayo de los Métodos fotogrammétricos en el término municipal de Otero de Herreros (Provincia de Segovia) por Jose Galbis y Rodriguez. Comandante de Estado Major é Ingeniero Geografo. — Madrid, 1908.

être renouvelés. On obtint alors plusieurs photographies, dont je n'ai pu obténir que deux, très déteriorées: c'est pour cela que je n'ai pu pas les reproduire ici, comme il aurait été mon désir.

En 1904 il fallut suspendre ces travaux, et ils n'ont pu être encore repris.

V.

Travaux photogrammétriques divers.

Quoique les plus importants, les travaux antérieurement cités n'ont pas été les seuls qui se soient réalisés en Espagne avec les méthodes photogrammétriques.

En 1886 le capitaine d'Etat Major M. Luis Torres y Quevedo construisit un photogrammètre pour les travaux qu'il se proposait à réaliser dans le Corps militaire auquel il appartenait. La chambre etait prismatique et elle était montée sur un plateau muni de six orifices situés dans les sommets d'un hexagone regulier, dans lesquels pouvait entrer un bouton disposé sur la face inférieure de celle-là: cette disposition permettait de faire un tour d'horizon en comprenant tous les points du terrain visible de chaque station, sans orienter une autre que la première des photographies, les axes optiques des autres formant avec celui de celle-ci des angles de 60^0, 2×60^0, 3×60^0, ... L'arrangement des diverses parties essentielles de l'appareil, ainsi que photographiques topographiques, était très soigneusement étudié, quoiqu'on ne pouvait disposer que des éléments qui existaient à cette époque lointaine, et qui étaient, surtout dans la partie photographique, très médiocres. C'est pour cela que nous ne nous sommes pas décidé à donner une description detaillée de ce photogrammètre, en renvoyant celui qui désirerait le connaitre à la brochure où son auteur le décrivit[1]).

Son auteur réalisa avec cet appareil un essai, très satisfaisant, dans les environs de Madrid, en levant le plan de la zone qui entoure le ravin de Vistahermosa. à l'échelle $^1/_{1000}$, et dont on peut voir une réproduction à l'ouvrage que nous venons de citer.

En 1894 l'ingénieur de Mines, M. Juan Pié y Allué, Directeur des mines de Bédar, réalisa un petit essai des méthodes photogrammétriques, en levant le plan du Pinar de Bédar, à l'échelle $^1/_{1000}$, avec des courbes de niveau de 5 en 5 mètres, en le déduisant de deux photographies prises à distance de 93·75 mètres l'une de l'autre. Pour faire connaître son travail, M. Pié a publié une petite brochure[2]).

Les ingénieurs agronomes MM. Ciriaco de Iriarte et Leandro Navarro realisèrent, en 1897, deux petits essais dans les environs de Madrid et un autre de 1600 hectares dans la contrée montagneuse du Moncayo (Aragon) à l'échelle $^1/_{20000}$, avec des courbes de niveau séparées 40 mètres en le déduisant de 18 photographies.

[1]) Càmara Foto-topográfica por D. Luis Torres y Quevedo. Capitán de Estado Major. — Madrid. 1886.

[2]) „Fotogrammetria ó Topográfia. Fotografica, por D. Juan Pie y Allue" Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería. — Madrid, 1895.

Postérieurement, tous les Corps d'Ingénieurs Civils ont acquis des appareils photogrammétriques pour leurs Ecoles, et les elèves font des travaux pratiques pour s'instruire dans leur usage.

Il en est de même dans les Académies Militaires.

Quelques Commissions d'étude d'Ingénieurs de différentes branches qui ont du travailler dans des contrées très accidentées — si répandues en Espagne — ont acquis aussi des phototachéomètres et des photoboussoles pour construire ou compléter leurs plans

Au temps que j'écris ces Notes, le Ministre de la Guerre a chargé le professeur de Topographie à l'Ecole Supérieure de Guerre de faire un voyage à travers l'Europe pour étudier toutes les méthodes modernes de la levée des plans, parmi lesquelles la Photogrammétrie doit occuper le premier rang.

Tout cela fait espérer que le jour est proche où, abandonnant la passiveté inconcevable qu'elle a eue dans ce sujet pendant un demi siècle, l'Espagne commencera à employer couramment les méthodes photogrammétriques, se souvenant que c'est dans son sol qu'elles firent leurs premiers pas et se voyant delaissées de leur propre patrie, se virent forcees à se refugier dans d'autres pays qui, avec un sens pratique supérieur, comprirent leur importance incontestable et en firent bientôt une branche inportante des sciences modernes appliquées.

Madrid le 19 Mars, 1911.

Aus der Praxis der Stereophotogrammetrie.

Von Ignaz Tschamler, techn. Oberoffizial des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien.

I. Umwandlung verschwenkter Bilder in normale.

Bekanntlich diente zur Auswertung verschwenkter Bilder durch den Stereokomparator je eine dem verschwenkten Bilde vorgeschobene Glasplatte als Meßebene, welcher Methode jedoch der Nachteil anhaftete, daß durch sie die Brennweite des Bildes verkürzt wurde. Bei den sehr häufig zur Ausmessung gelangenden Bildern mit ohnehin schon zu kleinen Brennweiten kann die angegebene Methode daher überhaupt nicht zur Anwendung gelangen und es ist daher die Aufsuchung einer Methode notwendig, bei der die dem Bilde eigentümliche Brennweite festgehalten oder dieselbe sogar noch vergrößert wird.

Es seien in Fig. 1 B die horizontale Projektion des mit dem zweiten Hauptpunkte des Objektives zusammenfallenden perspektivischen Zentrums, $E' E'$ die Trasse des verschwenkten Bildes und $1'$, $2'$, $3'$, $4'$ $5'$ und $6'$ die Bilder charakteristischer Punkte des Objektes, welche in Bezug auf ihre gegenseitige Lage festgelegt werden sollen. Auf der in normaler Lage gedachten Bildebene $E E$ würden sich dieselben Punkte in 1, 2, 3, 4, 5 und 6 abbilden, welche fingierte Bildpunkte im Schnitte der Sehstralen $B 1$

$B\,2'$, ... $B\,6'$ mit der Bildtrasse EE liegen. Bei normaler Lage der Bildebene sind zur Rekonstruktion des Objektes die Entfernungen der Bildpunkte von der Vertikallinie, also die Distanzen $\Omega\,1$, $\Omega\,2$, ... $\Omega\,6$ dadurch zu bestimmen, daß die Marke des Stereokomparators auf diese Bildpunkte eingestellt und die hiezu notwendige Parallelverschiebung des die Platte enthaltenden Schlittens an dem entsprechenden Maßstabe abgelesen wird. Ist dagegen die Platte verschwenkt und unter dem richtigen Verschwenkungswinkel im Apparate eingestellt, so entspricht der Einstellung der Marke auf einen Bildpunkt, z. B. $6'$, eine Verschiebung des Rahmens, welche um die Strecke $C\,6'$ kleiner ist als die bei richtiger Lage der Bild-

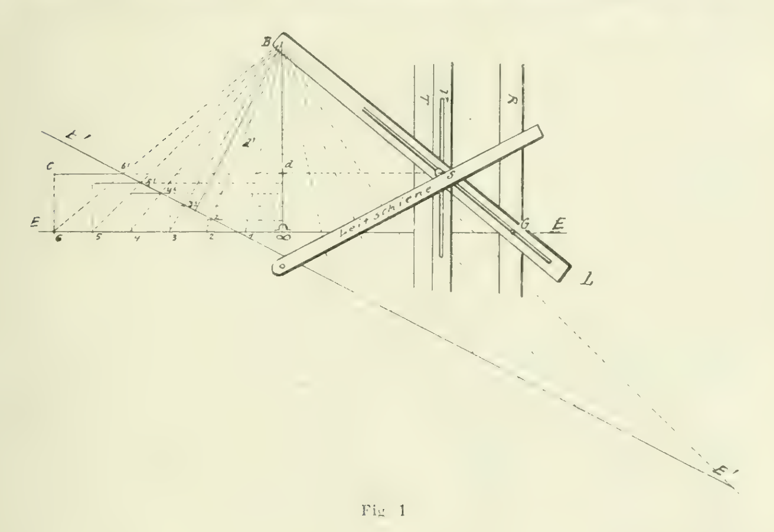


Fig. 1

ebene erhaltene Abszisse $\Omega\,6$. Diese Differenz kann nun in einfacher Weise dadurch behoben werden, daß das verschwenkte Bild eine eigene, vom gemeinsamen Schlitten unabhängige Verschiebung in einer der Schlittenbewegung entgegengesetzten Richtung erhält.

Diese Eigenbewegung des verschwenkten Bildes kann automatisch durch die in der Fig. 1 dargestellte Verbindung des Bildes T mit dem Schlittenrahmen R bewirkt werden. Um den außerhalb der Schlittenrahmen liegenden Punkt B ist ein geschlitztes Lineal L drehbar, welches von einem an dem Schlittenrahmen fix angebrachten Stifte G geführt wird und durch einen zweiten Stiften S mit dem ebenfalls geschlitzten Verschieber V in Verbindung steht, der in geeigneter Weise mit dem Bilde T derart verbunden ist, daß sich seine Parallelverschiebung vollkommen auf das Bild überträgt. Der Verbindungsstift S wird längs einer in fester Lage befindlichen Leitschiene geführt, deren Führungskante gegen die Bewegungs-

richtung des Schlittens R unter dem Verschwenkungswinkel des Lineales geneigt ist.

Wird der Rahmen R um die Strecke Ω 6 nach rechts bewegt, so kommt das Gelenk G in die gezeichnete Lage und das verschwenkte Bild bleibt um die Strecke $C\,6'$ zurück, indem eine Rückbewegung des Bildes T auf dem Rahmen R stattfindet. Infolge dieser doppelten Verschiebung des Bildes, die sich aus einer Bewegung des Rahmens und einer gegensinnigen Verschiebung des Bildes auf dem Rahmen zusammengesetzt, kommt der Punkt $6'$ in die Visierlinie des Mikroskopes und man kann daher die Ausmessung der verschwenkten Platten mit Hilfe der beschriebenen Vorrichtung in derselben Weise wie diejenige normaler Platten vornehmen. Da die Verhältnisse auf der rechten Seite des verschwenkten Bildes die entgegengesetzten sind, d. h. eine größere Verschiebung der verschwenkten Platte notwendig ist, müssen sich bei der Ausmessung dieser Hälfte die beiden Bewegungen summieren. was bei der konstruktiven Ausführung der besprochenen Vorrichtung zu beachten ist. Die Justierung der ganzen Vorrichtung besteht in der richtigen Einstellung des Bildes in den Verschwenkungswinkel, dem Einrücken des Bildes in den Unendlichkeitspunkt und dem Einstellen der Leitschiene in den Verschwenkungswinkel des Bildes. Zu beachten ist ferner, daß das Linial L auf der Bewegungsrichtung des Rahmens R senkrecht stehen muß, wenn das verschwenkte Bild in den Unendlichkeitspunkt eingerückt ist.

Die beschriebene Vorrichtung wird dann vorteilhaft anzuwenden sein, wenn von relativ nahen Punkten photographische Bilder in beliebigen Lagen aufgenommen wurden und man durch Rayonieren und Schneiden ungünstige Schnittwinkel erhält. In diesem Falle kann dann die stereoskopische Ausmessung der Platten durch Verwendung des einfachen Apparates vorgenommen werden, ohne daß dadurch die Rekonstruktion komplizierter als bei normal aufgenommenen Bildern ist. Auch bei der Auswertung von Ballonbildern, bei denen eine Verschwenkung von der horizontalen Lage kaum zu vermeiden ist, wird die angegebene Methode vorteilhafte Anwendung finden.

II. Stereoskopische Distanz-(Höhen-)Messung bei ungleich hohen Ballonorten.

Die photographischen Aufnahmen aus dem Freiballon sind bezüglich der Höhe von dem Steigen und Fallen des Ballons während der Fahrt abhängig und auch bei Aufnahmen aus dem Fesselballon bei gleicher relativer Höhe des Ballons hindert der absolute Höhenunterschied der Standorte die direkte Auswertung der erhaltenen Photogramme auf stereoskopischem Wege. Da aber gerade die Ballonphotogrammetrie für die stereoskopische Messung der Höhen geeignet ist, das Dirigieren des Ballons in gleiche absolute Höhen sich jedoch für die Praxis als zu umständlich erweist, ist die Aufsuchung von Methoden wichtig, welche die Auswertung solcher aus verschiedenen Höhen aufgenommenen Ballonphotographien ermöglichen.

Herr Hauptmann Th. Scheimpflug photographiert zu diesem Zwecke das aus dem einen Ballonorte erhaltene Bild in das Maß der zweiten Ballonphotographie um, d. h. er vergrößert oder verkleinert die Brennweite des einen Bildes proportional dem Höhenunterschiede beider Ballonorte und eliminiert die Änderung der Höhendarstellung durch eine entsprechende Verschiebung des linken Bildes. Dieser Methode haftet jedoch der Nachteil an, daß die Einstellungs- und Abbildungsfehler bei der Reproduktion der Photographie Ungenauigkeiten bei der späteren Verwendung dieser Reproduktionen zur Folge haben.

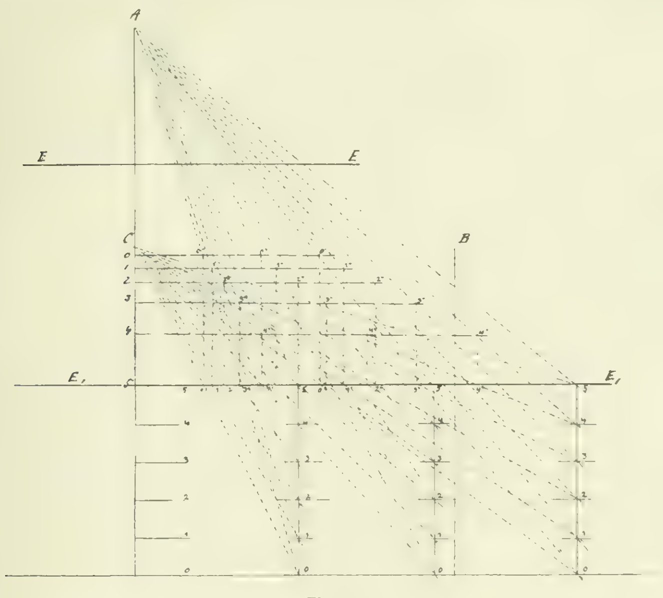


Fig. 2.

Es erscheint somit notwendig, die Originalbilder selbst zur Ausmessung zu benützen. Die diesfalls anzuwendende Methode ergibt sich unmittelbar aus der Fig. 2. Denkt man sich aus den beiden verschieden hoch gelegenen Punkten A und B photographische Bilder erzeugt, deren Trassen durch die Geraden EE und $E'E'$ dargestellt sind, so handelt es sich darum, die Bildpunkte des in A erhaltenen Bildes EE derart zu transponieren, daß ihre Lage auf der Bildebene EE dem perspektivischen Zentrum C, das mit B in gleicher Höhe liegt, entspricht. Nimmt man Punkte in verschiedenen Höhen an, so ergibt sich aus der Figur, daß Punkten in derselben Horizontalebene eine bestimmte Bildebene zugeordnet ist, in welcher ihre Projektionen aus dem Projektionszentrum A dieselbe relative Lage gegen den

Hauptpunkt haben wie bei der Projektion aus dem Zentrum C auf die Bildebene $E'E'$. Diesen verschiedenen Bildebenen entsprechen verschiedene Bilddistanzen der Aufnahme aus dem Punkte A und es folgt daraus, daß bei der Ausmessung der in dem Punkte A erhaltenen Platte die Verschiebungen des Schlittens in horizontaler und vertikaler Richtung durch Eigenbewegungen der Platte derart zu verändern sind, daß bei der Einstellung des Mikroskopes auf einen bestimmten Bildpunkt die Schlittenbewegung eigentlich der Einstellung auf die seiner Höhenlage zugeordneten fingierten Bildpunkte entsprechen. Nimmt man Punkte in einer und derselben Vertikallinie aber in verschiedenen Höhenlagen an, so liegen die zugehörigen transponierten Bildpunkte in einer Parabel und es müssen daher die Eigenbewegungen der Platte auf den Schlitten demselben Gesetze folgen, nach welchem bei der Auswertung verschwenkter Platten die Schlittenbewegungen durch die davon unabhängige Plattenbewegung zu verändern sind. Es kann daher unmittelbar die im ersten Abschnitte angegebene Vorrichtung verwendet werden, nur müssen, da sowohl die Abszissen als auch die Ordinaten in ihrer Größe durch Verschiebungen der Platte zu ändern sind, zwei solcher Vorrichtungen vorgesehen werden.

Dem stereoskopischen Sehen der Punktumgebung ist jedoch auch die verschiedene Größe der Bilder hinderlich. Dieser Nachteil kann in einfacher Weise dadurch behoben werden, daß die optischen Bestandteile des Mikroskopes in ihre gegenseitigen Stellungen veränderlich sind, also die Einstellung auf gleiche Größen der vom Beobachter wahrgenommenen Bilder möglich ist.

Die Ausführung und die Anbringung der Verschiebevorrichtungen an dem Bildmeßapparate kann an verschiedenen Stellen und auf verschiedene Art und Weise vorgenommen werden, weshalb hier weiter nicht auf die Form der Ausführung der vorgeschlagenen Einrichtung eingegangen werden soll. Bemerkt sei nur, daß die Messung der Parallaxe, falls beide Bilder verschwenkt sind, nicht durch die Bewegung des rechten Bildes, sondern besser durch die Verschiebung der Marke des Mikroskopes vorzunehmen ist.

Aus der Sektion „Laussedat"

der „Société française de Photographie" in Paris.

Construction d'une Carte topographique au moyen de deux vues hyperstéréoscopiques prise en aéroplane.

Par Le Mée.

(Communication faite à la séance de la Section „Laussedat" de la Société française de Photographie à Paris.)

La Photographie aérienne est l'avenir de la Topographie. Les essais exécutés au moyen de cerfs-volants par MM. Em. Wenz, A. Batut et autres chercheurs, les photographies obtenues de la nacelle de ballons

libres, ont montré tout le parti qu'on en pouvait tirer pour la restitution complète et exacte de la carte de la partie photographiée.

La méthode est logique et rationelle; dans une causerie publiée par la Photo-Revue je m'exprimais ainsi:

„Le peintre qui veut représenter un paysage sur un tableau vertical se place par rapport à sa toile dans la même position que prendra l'observateur qui la regardera ensuite. Exécution et examen de l'oeuvre terminée se font du même point de vue. C'est logique.

Les cartes topographiques sont la projection sur un plan horizontal d'une petite portion de notre globe. La personne qui les examine et supposée les regarder d'en haut. Il semblerait rationel que le topographe, pour ne pas montrer moins de bon sens que le peintre, exécutât son oeuvre en visant le terrain d'en haut.

Hélas! le topographe n'est pas oiseau!

Jusqu'ici ce sont donc les moyens d'exécution pratiques qui ont marqué. Or, si l'on songe à l'avenir de ces merveilleux appareils volants, baptisés aéroplanes, il est permis de croire que le topographe aura enfin à sa disposition l'instrument rêvé. Les constructions établiront sans peine des appareils à ailes démontables, et chaque mission topographique ou hydrographique emportera aisément une ou plusieurs de ces machines volantes.

Il ne faudra pas s'écarter toute fois de la Topographie pure. La Géodésie conservera ces procédés et la triangulation préalable sera toujours nécessaire avec les instruments des jadis. Mais l'aéroplane jouera encore un rôle en transportant rapidement les observateurs aux stations autrefois inaccessibles.

Le principe étant admis, plusieurs méthodes s'offrent à la Métrophotographie aérienne, suivant que les photographies seront obtenues sur clichés verticaux, inclinés ou horizontaux. La méthode la plus générale est celle des clichés inclinés, dont on peut enregistrer l'angle de déversement et l'inclinaison de l'axe optique à l'aide du double niveau de M. Em. Wenz.[1])

La méthode des intersections du colonel Laussedat serait applicable, sans modification, aux clichés verticaux.

Mais il semble que la méthode des perspectives horizontales, si elle est réalisable dans la pratique, doit réunir tous nos suffrages. En effet, si le pays est complètement plat, la photographie est la Carte immédiate, à une échelle qui est donnée par le rapport de la distance focale de l'objectif à l'élévation de l'appareil dans les airs. Une série de photographies, formant les divers morceaux de la Carte, se raccorderont toujours entre elles si l'on a soin de faire figurer sur chacune deux points déjà représentés sur la précédente; il suffira de mettre en coïncidence les points en question. Poussé sur une très grande étendue du terrain, le procédé aurait l'inconvenient de toutes les méthodes de cheminement, si, de place en place, un point exact de triangulation ne figurait sur les photographies. Un autre

[1]) Siehe: *a*) Le Bulletin de la Société française de Photographie 1909
b) Archiv für Photogrammetrie. II. Bd., 3. Heft. 1911

avantage est que la précision est la même pour tous les points du levé, ce qui n'a pas lieu avec les clichées verticaux.

Une seule photographie ne donne la Carte exacte qu'en pays de plaine, cas exeptionel. Dans le cas général, pour avoir à la fois la planimétrie et altimétrie, il faudra deux photographies. Si nous adoptons la méthode des clichés horizontaux, on est naturellement conduit à employer la Stéreophotogrammétrie. Deux appareils identiques, à magasin manoeuvrable à distance ou automatiquement, écartés d'un certain nombre de mètres et accouplés l'un à l'autre par un lien rigide, avec obturateurs se déclenchant simultanément, auront leurs objectifs pointés vers le nadir. La barre de liaison des appareils, ou plus exactement la droite joignant les centres optiques, devra demeurer horizontale. Pour réaliser ces conditions sur une

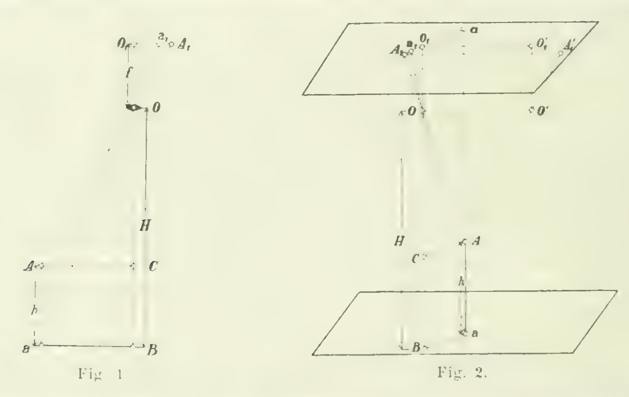


Fig. 1. Fig. 2.

machine volante sujette à des balancements divers, il est certain qu'on rencontrera de grande diffucultés; espérons que les constructeurs saurons les vaincre. Cette restriction posée, voici une façon qui nous semble assez simple de construire la Carte complète, planimétrie et nivellement, d'une portion de terrain représentée sur deux vues hyperstéreoscopiques horizontales.

Considérons d'abord une seule des deux vues. Socient O le centre optique de l'objectif ou point de vue, O_1 le point principal, A un point du terrain à l'élevation $h = \overline{aA}$ audessus du plan horizontal, auquel on rapporte le nivellement de la photographie. Nous prenons pour plan de la figure le plan vertical passant par A et par O. Soit $H = OB$ l'élévation de l'objectif au-dessus de ce plan. La photographie nous donne l'image A_1 du point A : mais ce qu'il nous faut, c'est l'image a_1 du point a (généralement invisible), qui représentera la position du point A sur la planimétrie; c'est l'image que nous aurions obtenue directement si le pays avait été parfaitement plat.

Pour avoir a_1 il suffira, sur la photographie, de joindre le point principal O_1 à l'image A_1 et de porter une longereur égale à $O_1 a_1$ que nous allons calculer.

Les triangles semblables de la figure donnent

$$\frac{O_1 a_1}{a B} = \frac{O O_1}{O B},$$

ou, en désignant par f la distance focale OO_1,

$$\frac{O_1 a_1}{A C} = \frac{f}{H}.$$

D'autre part,

$$\frac{A C}{O_1 A_1} = \frac{O C}{O O_1} \quad \text{ou} \quad \frac{A C}{O_1 A_1} = \frac{H-h}{f}.$$

d'où

$$O a_1 = O_1 A_1 \frac{H-h}{f} \cdot \frac{f}{H} = O_1 A_1 \frac{H-h}{H}.$$

$O_1 A_1$ se mesure sur la photographie; pour avoir h nous nous servirons de l'écartement des homologues de A sur les deux vues hyperstéréoscopiques.

Figurons le plan horizontal commun aux deux surfaces sensibles; soient O_1 et O_1' les points principaux, O et O' étant les centres optiques.

Désignons par α le point où la verticale $a A$ perce la surface sensible. Les images de A seront respectivement A_1 et A_1', et la droite $A_1 A_1'$ sera parallèle à OO' et $O_1 O_1'$.

Posons $l = A_1 A_1'$, écartement des homologues, et soit

$$d = OO' = O_1 O_1'$$

l'écartement fixe des objectifs. On a

$$\frac{O A}{A A_1} = \frac{O O'}{A_1 A_1'} = \frac{d}{l}$$

ou

$$\frac{O A}{A A_1 - A O} = \frac{d}{l-d},$$

$$\frac{O A}{O A_1} = \frac{d}{l-d}.$$

D'autre part,

$$\frac{O A}{O A_1} = \frac{O C}{O O_1} = \frac{H-h}{f}.$$

Donc

$$\frac{H-h}{f} = \frac{d}{l-d},$$

d'où

$$H-h = \frac{f d}{l-d},$$

$$h = H - \frac{f d}{l-d}.$$

En portant la valeur de $H-h$ dans l'expression de $O_1 a_1$, il vient

$$O a_1 = O_1 A_1 \frac{H-h}{H} = O_1 A_1 \frac{f d}{H(l-d)};$$

En definitive, on a les formules:

$$O a_1 = O_1 A_1 \,.\, m, \quad m = \frac{fd}{H(l-d)},$$

$$h = H - \frac{fd}{l-d}.$$

Dans ces formules, f et d sont des constantes. Pour simplifier les calculs et l'exécution de la Carte, on pourra dresser deux Tables à double entrée, avec H et l comme arguments. La première donnera le coefficient m, par lequel il faut multiplier $O_1 A_1$ pour avoir $O_1 a_1$. Après avoir joint $O_1 A_1$, on portera la longueur de $O_1 A_1$. La deuxième Table donnera immédiatement h; on inscrira cette cote à côté du point a_1.

Pour un point situé sur le plan de base du nivellement de la photographie, on a $h = o$ et par suite

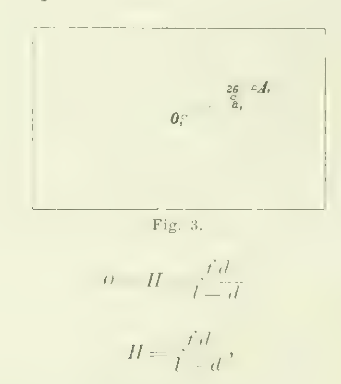


Fig. 3.

$$o = H - \frac{fd}{l-d}$$

d'où

$$H = \frac{fd}{l-d},$$

ce qui permet d'obtenir la hauteur H.

En executant la photographie sur papier au ferro-prussiate, par exemple, et faisant le tracé de la Carte à l'encre de Chine, il suffira de passer la feuille dans une solution d'un carbonate alcalin pour enlever l'image photographique et avoir la Carte immédiate à l'échelle $\frac{f}{H}$. Pour avoir une échelle différente, on réduira ou on agrandira photographiquement dans le rapport convenable.

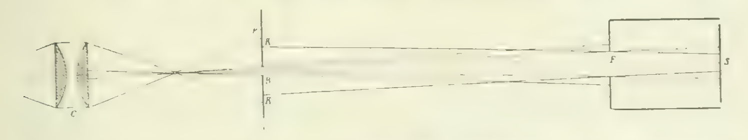
Une pareille méthode permettrait, en Hydrographie, de lever, à raison de 30 *km* à 60 *km* à l'heure, toute la topographie d'un littoral que suivrait un aéroplane muni de deux appareils accouplés.

Ein einfaches Verfahren zur Bestimmung des Hauptpunktes.

Von Dr. R. Emden,

a. o. Professor an der technischen Hochschule in München.

Durch eine kreisförmige Blende *B* von 4 *mm* Durchmesser wird, wie aus Fig. 1 leicht ersichtlich, aus dem von dem Kondensor *C* einer elektrischen Lampe gelieferten Lichtkonus ein sehr schwach divergentes Lichtbündel ausgeschaltet, das durch die Fassung *F* des herausgeschraubten Objektives in die in einer Entfernung von 2 bis 3 *m* aufgestellte, zu untersuchende Kamera eindringt. An den Metallrahmen. oder den Marken, durch welche die Lage der Platte gegenüber der Kamera bestimmt werden soll, wird ein auf der Vorderseite versilberter Spiegel *S* angelegt: von einem Teile desselben, genügend groß, um kleine Unebenheiten unschädlich zu machen, wird dann ein Lichtbündel reflektiert, das, durch die Objektivfassung *F* begrenzt, auf dem Schirme *E*, welcher die Blendenöffnung *B*



trägt, als hinreichend scharf begrenzte, helle Kreisfläche *K* in Erscheinung tritt. Der Schirm *E*, mit weißem Papier überzogen, trägt eine Anzahl zu *B* konzentrisch gezogene Kreise, mit deren Hilfe die Kamera leicht und mit größter Genauigkeit so orientiert werden kann, daß die Kreisfläche *K* konzentrisch zu *B* zu liegen kommt. Bei dieser Einstellung, in welcher die Kamera fixiert, an Stelle des Spiegels die photographische Platte eingesetzt wird, steht die Gerade, welche die Mittelpunkte von *B* und *F* verbindet, senkrecht auf die Spiegelfläche *S*, und auf ihr liegt auch der optische Mittelpunkt des wieder eingeschraubten Objektives. Eine Aufnahme auf Isolierplatten liefert bei kleiner Objektivblende trotz des schwach divergenten Lichtes in der auf unendlich eingestellten Kamera ein scharf begrenztes Bildchen der Blende *B*, dessen Mittelpunkt mit dem gesuchten Hauptpunkte zusammenfällt. Bei unveränderter Einstellung wird auf der gleichen Platte eine zweite Aufnahme gemacht, bei welcher vor die Objektivöffnung zwecks diffuser Beleuchtung ein Blatt Seidenpapier gehalten wird, und, um an Helligkeit zu gewinnen, die Blende *B* und die Objektivblende geöffnet werden (letztere nicht zu weit, um unnötig starkes Vignettieren zu vermeiden). Dadurch werden die Metallrahmen, ausgenommen die Marken im Schattenriß, abgebildet, so daß durch Ausmessung der Platte die Lage des Hauptpunktes festgelegt werden kann. Einstellung und Aufnahmen geschehen in mäßig verdunkeltem Raume.

Ein- und Feststellung der Kamera kann selbstverständlich auf die verschiedenste Weise erfolgen. Ich benutze dazu eine runde, schwere Holzplatte,

die auf 3 Stellschrauben ruht. Auf ihr liegt eine zweite, runde Holzplatte, die sich zentrisch auf ihr drehen und unter beliebigem Azimute an ihr festgeklemmt werden kann. Auf letzteren können zwei parallel gestellte, starke Winkelbleche in variablem Abstande festgeschraubt werden; zwischen diesen wird die Kamera eingeklemmt.

Um die Genauigkeit der Methode zu prüfen, wurden an dem photogrammetrischen Apparat des Münchner Vereins für Luftschiffahrt Format 12×16 *cm*, Brennweite des Steinheilschen Orthostigmaten 152 *mm*) vier Hauptpunktsbestimmungen vorgenommen, wobei jedesmal von neuem eingestellt wurde.

Die Ausmessung der 4 Platten ergab folgende Koordinaten des Hauptpunktes:

	1. Platte	2. Platte	3. Platte	4. Platte
x	— 0·17 *mm*	- 0·20 *mm*	+ 0·18 *mm*	— 0·20 *mm*
y	- 0·03 *mm*	— 0·05 *mm*	0·06 *mm*	— 0·00 *mm*

im Mittel $x = +0{\cdot}19$ *mm*, $y = +0{\cdot}035$ *mm* mit einem mittleren Fehler von 0·01 *mm*.

Aufnahme der Baudenkmäler Griechenlands durch die Königl. Meßbildanstalt in Berlin.

Neben anderen Ausstellungen und Kongressen findet heuer auch eine Internationale Kunstausstellung in Rom statt, zu welcher die griechische Regierung ihre antiken und mittelalterlichen Baudenkmäler liefern wollte, um sie dem kunstsinnigen Publikum aller Länder, das besonders in diesem Jahre der Ausstellungen und Kongresse zahlreich Italien besucht, zu bieten, wodurch entschieden das Interesse für Griechenland gehoben würde und sein Fremdenverkehr in hohem Maße Nutzen ziehen müßte. Nach kurzen Verhandlungen wurde von den Regierungen Deutschlands und Griechenlands der Beschluß gefaßt, einer großzügig angelegten Expedition die Aufgabe zu übertragen, die Inventarisierung an antiken und mittelalterlichen Baudenkmälern Griechenlands in Bild und Maß vorzunehmen; in die Kosten dieser Expedition sollen sich das Deutsche Reich, beziehungsweise Preußen mit Griechenland teilen. Die Königl. Meßbildanstalt erhielt nun den Auftrag von Seite ihrer Regierung, an die Lösung dieser Aufgabe zu schreiten.

Der gegenwärtige Vorsteher der Königl. Meßbildanstalt und Nachfolger des Geheimrates Prof. Dr. A. Meydenbauer, Regierungsrat von Lüpke, damals als kommissarischer Vorsteher mit der Leitung des Institutes betraut, der schon in den Jahren 1903/04 die deutsche Baalbeck-Expedition nach Syrien und 1905/06 die deutsche Aksum-Expedition nach Abessinien als Photogrammeter mitgemacht hatte, traf seine Vorbereitungen für dieses Unternehmen, die in jeder Richtung wohl überlegt werden mußten.

Von Interesse dürfte vor allem die photographische Ausrüstung sein. In 26 Kisten von insgesamt über 40 Zentner Gewicht wurde die Fracht von Deutschland auf dem Seewege über Hamburg nach Athen vorausgeschickt. Diese Ausrüstung bestand aus sieben Meßbildinstrumenten, den zugehörigen Stativen, darunter auch Leiterstative bis 3 *m* Höhe, zwei Zelt-Dunkelkammern, mehrere Kisten mit doppelter Entwicklungsausrüstung, allen erforderlichen Chemikalien und Materialien, Werkzeugen usw., sowie aus 600 Stück photographischen Platten von 40 $\times$ 40 *cm* und 30 $\times$ 30 *cm* Größe, die noch durch eine Nachsendung von 80 Platten von 40 $\times$ 40 *cm* Größe ergänzt werden mußten. Es ist selbstverständlich, daß die ganze Ausrüstung nicht immer an die einzelnen Orte, wo die Aufnahmen stattfanden, mitgeschleppt wurde, sondern sie blieb in Athen, dem Ausgangspunkte der Expedition, deponiert; ferner wurden gewisse Eisenbahnstützpunkte im Lande festgelegt, wohin Instrumente und Material hingeschafft und wo die erforlichen Austauschungen vorgenommen wurden.

Der Stützpunkt der ganzen Expedition war Athen. Von hier aus wurden drei große Rundtouren gemacht: Die erste durch den Peloponnes, die zweite durch Mittel- und Nordgriechenland, die dritte auf das griechische Inselreich des südlichen Ägäischen Meeres. Die in Fig. 1 beigefügte Kartenskizze zeigt den Gesamtverlauf dieser drei Touren nebst einigen kleineren Abstechern. Es wurden in ganzen — abgesehen von der Hin- und Rückreise nach und von Piräus — auf diesen Touren 4200 *km* zurückgelegt, teils mit der Eisenbahn, teils zu Schiff, auf Wagen, auf Maultieren oder Pferden, teils zu Fuß. Bei den örtlichen Verhältnissen war dies keine Kleinigkeit, zumal sich die häufigen zehn- und zwölfstündigen Wagenfahrten in kleinen Vehikeln als arge Strapazen erwiesen. Auch Wanderungen auf halsbrecherischen Gebirgspfaden durften nicht gescheut werden.

In 96 Tagen hat der jetzige Leiter der königl. Meßbildanstalt v. Lüpke mit seinem Personale das Land der Hellennen nach allen Richtungen hin durchstreift, und die Mühen und Anstrengungen waren nicht geringe, das große Werk durchzuführen. Von den 96 Reisetagen konnten nur vier als völlig und drei als ziemlich arbeits- und reisefrei erübrigt werden; eine sechsstündige Nachtruhe war eine große Seltenheit und die im Lande übliche und wegen der großen Hitze auch recht nötige Mittagsruhe war so gut wie ausgeschlossen. Die kurze Nachtruhe selbst war — das bringen die orientalischen Verhältnisse so mit sich — meist auch noch sehr problematisch.

Das griechische Komitee stellte vertragsmäßig einen Dragoman, der für Unterkunft und Verpflegung der Expedition usw. zu sorgen hatte und der Leiter der Expedition hebt rühmend hervor, daß die außerordentliche Umsicht dieses Mannes es ihm ermöglichte, sich unbesorgt um die vielfachen äußeren Schwierigkeiten, die sich naturgemäß bei der Durchführung einer solchen Expedition ergeben, ganz und gar den photographischen Aufgaben widmen zu können. Die Lösung dieser Aufgaben war oft eine sehr erschwerte; insbesondere war die große Hitze eine Gefahr für Apparate und Platten. Das Entwickeln mußte oft unter Beobachtung besonderer Schutzmaßregeln vorgenommen werden. Eines der photographischen Instrumente

wurde durch die große Hitze schließlich derart beschädigt — die Kittung der Objektivlinsen hatte Blasen gebildet — daß es für weitere Aufnahmen auf der Expedition nicht mehr verwendet wurde.

Was die Anzahl der Aufnahmen betrifft, so sei bemerkt, daß rund 170 Einzelbauwerke, Baugruppen und landschaftliche Gesamtbilder an 35 Orten

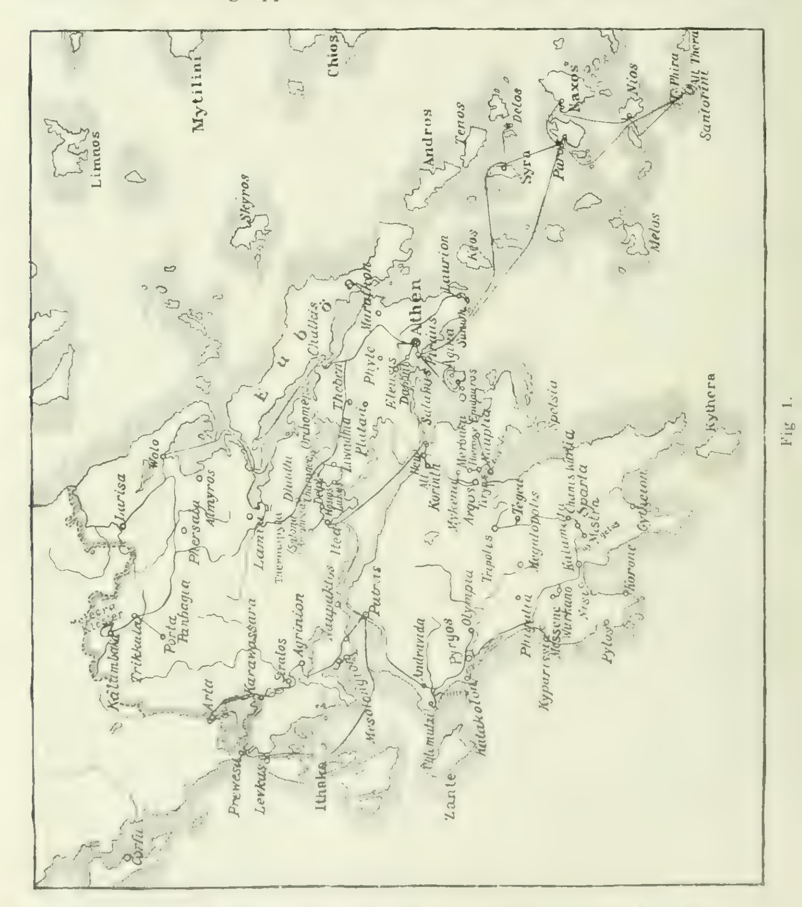


Fig. 1.

des Königreiches, in Gänze über 559 photographische Aufnahmen ausgeführt worden sind, zu welchen 100 Blatt Vergrößerungen in der Meßbildanstalt hergestellt wurden.

Heuer wird in der Westhalle des Landesausstellungsparkes am Lehrter Bahnhofe eine große Kunstausstellung veranstaltet. Es lag natürlich nahe,

das gewonnene, reichliche Material auch für die Berliner Ausstellung zu verwerten.

Nachstehend reproduzieren wir einen Bericht über die Eindrücke der „Griechischen Ausstellung" der Meßbildanstalt, welche der Regierungsbaumeister Zastrau in der „Wochenschrift des Architekten-Vereines zu Berlin", Nr. 32 vom 12. August d. J. veröffentlicht hat.

„Betritt man den Austellungsraum der Königl. Meßbildanstalt, so empfängt uns eine warme, wohltuende Farbenstimmung, in die sich die an den Wänden hängenden großen Photographien vorzüglich hineinpassen. Ernste Größe spricht aus den Bildern, die ganze Größe des alten Kulturvolkes, das selbst uns Eroberern der Naturkräfte so unerreichbar hoch dasteht, und eine feierliche Stimmung schwebt im Raum und läßt den Besucher fast scheu herantreten an die Bilder. Es will viel sagen, wenn bloße Photographien solche Stimmungen auszulösen vermögen!

In der Mitte des Raumes sind Gestelle aufgestellt, in deren Rahmen Abzüge nach den Originalplatten enthalten sind. An den Wänden hängen Vergrößerungen eines auserwählten Teiles der Aufnahmen, zum Teil in recht bedeutendem Maßstabe! Naturgemäß ist die künstlerische Wirkung dieser Vergrößungen auf den Besucher am stärksten.

An den Wänden des großen Hauptraumes hängen die Vergrößerungen von Aufnahmen aus dem griechischen Altertum. Das griechische Mittelalter wird uns in einigen kleinen Nebenräumen vor Augen geführt. Angegliedert sind der Ausstellung noch Bilder von der Baalbeck- sowie von der Aksum-Expedition, ferner einige Aufnahmen von Alt-Berlin und aus Kassel. Ich will auf diese kleineren Gruppen der Ausstellung, obwohl auch sie höchst interessant sind, hier nicht näher eingehen. Es sei jedoch bemerkt, daß die Absicht besteht, Alt-Berlin in einer besonderen Ausstellung zu würdigen, die etwa im Lichthof des Kunstgewerbemuseums veranstaltet werden soll und zu der auch künstlerische Darstellungen herangezogen werden sollen.

Die Ausstellung von Aufnahmen griechischer Baudenkmäler zerfällt, wie schon bemerkt, in zwei Gruppen, in diejenigen antiker und diejenigen mittelalterlicher Bauwerke.

Wohl nahezu lückenlos wird uns die Entwicklung der griechischen Antike vorgeführt. Da sind die ältesten Reste aus der homerischen Zeit, die alten Burganlagen von Tiryns und Mykene. Die interessanten Galerien von Tiryns, deren Überdachung durch überkragende Steine mit wagrechten Lagerfugen bewirkt ist, das wirkungsvolle Löwentor zu Mykene erblicken wir in prächtigen Vergrößerungen. Wen das Studium der alten Grabkuppeln dieser Zeit interessiert, der findet hier reichliches Material: ein sehr klares Bild geben die Aufnahmen von den durch Überkragung erzielten Kuppelkonstruktionen.

In der zweiten Epoche der griechischen Kunst, die in die Zeit der Kolonisation fällt, interessieren besonders die großen Festplätze: Delphi, Korinth, Olympia! Alsdann die Blütezeit! Da strahlen der Parthenon, das Theseion, das Erechtheion in unvergänglicher Schönheit von den Wänden herab! Welche Wucht in dem großen Bilde, das eine Ecke des Parthenon

zeigt! Welche Majestät liegt in der Frontansicht dieses Baues! Mir scheint, der große Maßstab dieser Photographien eignet sich ganz besonders für derartige Bauten. Die Wucht der Massen kommt glänzend zur Wirkung, und auch der modernste Architekt wird hier anbetend stehen. — Auch auf das interessante Material für das Studium griechischer Theater sei hingewiesen. Wenig bekannt wird vielleicht die Verkleidung der Sitzreihen im Dionysostheater zu Athen durch Marmorsessel sein. Auch jene entzückenden kleineren Werke der späteren Zeit, wie das Denkmal des Lysikrates und der Thurm der Winde zu Athen, fehlen natürlich nicht.

Eine besondere Eigenart vieler dieser Aufnahmen muß besonders hervorgehoben werden: das ist die Betonung des Landschaftlichen. Für



Fig. 2.

den, der die griechische klassische Kunst nicht aus eigener Anschauung kennt, ist es überaus wertvoll, aus diesen Photographien zu ersehen, wie jene Kunst sich in die Landschaft fügte. Hier erkennt er, wie diese Architektur verwachsen ist mit dem Boden, auf dem sie steht, mit ihrer landschaftlichen Umgebung. Ein großer feierlicher Zug liegt in der steinernen Architektur jener Gebirgslandschaften. Wie grandios das Pleistostal zu Delphi, wie gewaltig die lange Kette des Taygetos! Wie selbstbewußt steht an der heiligen Straße zu Delphi das Schatzhaus der Athener! (Fig. 2.) Schlichte steingewordene Größe auf steinernem Boden! — —

Und nun Griechenland im Mittelalter! Dahin die Größe, dahin die Wucht und die Macht! Neue Bilder tauchen auf, ganz anders geartet, doch kaum weniger interessant. Im Gegenteil, fast interessieren sie den, der noch nicht das Glück hatte, den klassischen Boden des Landes zu betreten, noch

mehr als jene Bilder hellenischer Größe. Denn hier ist völliges Neuland für ihn, hier bietet sich ihm eine Kunst dar, die Jahrhunderte sich verborgen gehalten in ihrer Einsamkeit, und die eigenartig genug ist, um es zu verdienen, bekannt und studiert zu werden. Nicht mehr hehrer Erhabenheit stille Größe und doch Bilder stillen Friedens! Klosterbau. Eigenartiger byzantinischer Gewölbebau. Da interessiert naturgemäß besonders das Innere. Der Raumkünstler kommt auf seine Rechnung. Doch nicht weniger reizvoll ist das Äußere! Man schaue sich Hagios Theodorus zu Athen an oder den stillen Klosterhof von Hosios Lukas oder die Soterkirche zu Amphissa oder die phantastische Kirche Hekatompyliani zu Paros, die eine ganze Skala märchenhafter Empfindungen auslöst. Und auch diese Kunst



Fig. 3.

fügt sich in die Landschaft — ganz anders zwar! Das „Malerische" ist geworden! Man sehe sich das wunderbare Bild des Pantanossaklosters zu Mistra an; wie dieses Bauwerk sich an den Berghang schmiegt, an dem es liegt! Freilich, es ist stiller Frieden, und die herrlichen Zypressen des Klosters sprechen im Bilde mit! — — —

Und nun einen Schritt weiter: die Meteoraklöster in Thessalien oder, besser gesagt, die Meteorafelsen. Denn auf dieser großen Reihe prachtvoller Photographien interessieren kaum noch die Klöster selbst, sondern vor allem die Landschaft, in welche sie hineinkomponiert sind! Und was für eine Landschaft! Wir stehen und staunen. Die Meteorafelsen, d. i. die vom Himmel gefallenen Felsen — gewaltige Felskolosse mit senkrechten Abstürzen — ein verhältnismäßig kleines Gebiet inmitten ganz anders gearteter geologischer Umgebung. (Fig. 3.) Ja, ist die Aufnahme solcher Land-

schaftsbilder noch Aufgabe eines Instituts, wie es die königl. Meßbildanstalt ist? Die Frage taucht leicht auf, doch über die Antwort kann man nicht lange im Zweifel sein. Diese Felsen sind in ihrer Art ja auch Architektur — Architektur der Natur — derart gewaltig und phantastisch, daß sie auf die Gestaltungskraft des schaffenden Künstlers eine große Anregung ausübt. Und wie sich das Menschenwerk mit dem der Natur verbindet, wie das alte Klostermauerwerk sich auf den senkrechten Felswänden erhebt, das ist große, wahre Kunst. Man denkt unwillkürlich an die große Gestaltungskraft Böcklins!

So löst diese Ausstellung einen hohen künstlerischen Eindruck aus, derart, daß der Besucher an den Hauptzweck dieser Aufnahmen kaum denkt. Doch ist auch dieser dem Publikum vor Augen geführt worden. In einem der Nebenräume erläutern einige Tafeln das Meßbildverfahren, dessen Grundidee der Architektenschaft ja wohlbekannt ist. Die Aufzeichnung von Baudenkmälern durch die Umkehrung des in der Photographie gegebenen perspektivischen Bildes bildet eine Wiedergabe des Bauwerks, die — „frei von Messungsfehlern und der individuellen Auffassung des Zeichners" — durch kein anderes Mittel erreichbar ist. Daraus erhellt die Bedeutung des Meßbildverfahrens für die Kunstgeschichte. Die von Prof. Meydenbauer begründete Meßbildanstalt — zunächst ein preußisches Denkmälerarchiv — bildet den Grundstock eines allgemeinen internationalen Denkmälerarchivs. Dies weiter auszubauen, derart, daß alle wichtigeren Bauwerke aller Zeiten und Völker vereinigt werden, muß die weitere Aufgabe der Meßbildanstalt sein, wie in dem Vorwort zu einem zur Zeit im Erscheinen begriffenen, von Professor Meydenbauer verfaßten Handbuche der Meßbildkunst näher auseinandergesetzt ist. Daß die Königl. Meßbildanstalt auch unter dem Nachfolger ihres Begründers diesem ihrem Endziel weiter zustrebt, dafür ist beredte Zeugin die wohlgelungene Ausstellung am Lehrter Bahnhofe. Zu wünschen wäre nur, daß auch in weiteren Kreisen die Bedeutung der Wirksamkeit der Königl. Meßbildanstalt erkannt würde. Denn zweifellos würde die dem Begründer der Anstalt vor Augen schwebende Entwicklung besonders gefördert werden, wenn von recht vielen Seiten die bisher vorhandenen Ergebnisse der Anstalt zu praktischen und wissenschaftlichen Arbeiten ausgenutzt würden." D.

Figuren aus der „Wochenschrift des Architekten-Vereines zu Berlin" Nr. 32, 1912.

Kleinere Mitteilungen.

Enthüllung des Laussedat-Denkmales. Am 15. Oktober d. J. um 3 Uhr nachmittags wird zu Moulins (Allier) in Frankreich das Denkmal des Begründers der Photogrammetrie, Oberst A. Laussedat, enthüllt.

Der Präsident des Pariser Komitees, General Laurent, hat am 10. September d. J. nachstehende Einladung versendet, welche der Sektion „Österreich" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie zugekommen ist:

Monsieur,

Le Comité du Monument Laussedat a l'honneur de vous prier d'assister à la cérémonie d'inauguration de ce Monument, qui aura lieu à Moulins (Allier), le dimanche 15 octobre, à 3 heures de l'après-midi.

Cette cérémonie sera suivi d'un banquet. Les personnes qui désireront prendre part au banquet, sont priées d'adresser leur adhésion et leur souscription, avant le 10 octobre prochain, à l'un des Trésoriers du Comités de Moulins:

M. M. Sarazin } Notaires à Moulins.
Sabatier }

Montant de la Cotisation: 12 Francs.

Le Président du Comité de Paris,
Général Laurent.

Internationaler Kongreß für Photogrammetrie. Der erste Internationale Kongreß für Photogrammetrie hätte nach den Satzungen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie im Jahre 1911 in Wien stattfinden sollen. Das Resultat einer Umfrage an Interessenten der „Photographischen Meßkunst" hat ergeben, daß nicht das heurige Jahr, sondern der Herbst des Jahres 1912 als der günstigste Zeitpunkt für die Abhaltung eines solchen Kongresses gewünscht wird. (Näheres: Vereinsmitteilungen S. 315.)

Genauigkeitsuntersuchungen in der „Photographischen Meßkunst". In der Generalversammlung der Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" wurde die ebenso wichtige als dringende Frage der Genauigkeit der Messungen in der „Photographischen Meßkunst" in Diskussion gezogen und einstimmig beschlossen, ein Komitee mit der Durchführung dieser Aufgabe zu betrauen. (Näheres: Vereinsmitteilungen S. 315.)

Ausstellung der Königl. Meßbildanstalt in Berlin. Auf Anordnung Seiner Exzellenz des Herrn Kultusministers hat die Königl. Meßbildanstalt zu Berlin während des Monates Juli d. J. in der Westhalle des Landesausstellungsparkes am Lehrter Bahnhofe eine Ausstellung ihrer im Jahre 1910 angefertigten Meßbildaufnahmen antiker und mittelalterlicher Bauwerke, sowie bedeutsamer Landschaftsbilder Griechenlands veranstaltet.

Die Aufnahmen erstrecken sich auf rund 170 Bauwerke, Baugruppen und landschaftliche Gesamtbilder an 35 Orten des Königreiches. In acht Drehgestellen wird die vollständige, 559 Blatt umfassende Sammlung in Gestalt von Urabzügen (Meßbildern) von 40 × 40 *cm* und 30 × 30 *cm* Grundmaß vorgeführt und ferner an den Wänden eine Auswahl von 100 Blatt als Vergrößerungen in teilweise bedeutenden Abmessungen geboten.

Angegliedert sind an diese Sammlung noch je eine kleine Auswahl von Aufnahmen (teils Meß-, teils Großbildern):

1. Von der deutschen Baalbeck-Expedition (Syrien) 1900—1904;
2. von der deutschen Aksum-Expedition (Abessinien) 1905—1906;
3. aus Alt-Berlin (1910—1911 aufgenommen);
4. aus Cassel (1910 aufgenommen) und
5. einige Tafeln zur Erläuterung des Meßbildverfahrens und Proben einer zeichnerischen Auftragung nach diesem Verfahren.

Die Ausstellung ist vom 1. Juni täglich von 10 Uhr früh bis 7 Uhr abends geöffnet gewesen. Der Zutritt war unentgeltlich.

Die Ausstellung wurde über die Monate Juli und August ausgedehnt.

(Siehe den Artikel: „Aufnahme der Baudenkmäler Griechenlands durch die Königl. Meßbildungsanstalt zu Berlin" S. 286.)

Der neue Vorsteher der Königl. Meßbildanstalt zu Berlin. Regierungsbaumeister v. Lüpke, welcher nach dem Rücktritte des Geheimen Baurates Prof. Dr. A. Meydenbauer interimistisch mit der Leitung des Institutes betraut wurde und als kommissarischer Vorsteher fungierte, wurde zum Regierungsrate und definitiven Vorsteher dieser Anstalt ernannt.

Erster Allrussischer Luftschifferkongreß in St. Petersburg im Frühjahre 1911. Der um die Aerophotogrammetrie unermüdlich tätige Staatsrat Ingenieur R. Thiele erstattete dem Kongresse zwei wichtige Referate über aktuelle Fragen, und zwar

1. „Über Verwendung der Photogrammetrie für die Luftschiffahrt" und
2. „Über topographische Karten für Luftschifferzwecke."

In dem letzteren Referate wies Thiele auf die enormen Chancen hin, welche die Aerophotogrammetrie zur schnellen und genauen Vermessung veralteter Karten, also sozusagen zu ihrer Reambulierung bietet. Thiele stellte den Antrag, daß die Aerophotogrammetrie zu diesem Zwecke in ausgedehntem Maße verwendet werde, welcher Antrag in der IV. Sektion des Petersburger Kongresses einstimmig angenommen wurde und beschlußgemäß auch in nächster Zeit zur Ausführung gelangen wird.

Zu diesem Zwecke werden vermittels eines Panoramographen von Thiele alle 5 bis 6 Werst Aufnahmen mit einem Drachenballon durch Aufheben desselben in erforderliche Höhe hergestellt, wobei die zum Auflassen und Einholen des letzteren dienende Kurbelwelle auf einem Automobil montiert wird.

Thiele hat als Mitglied des Moskauer Aero-Klub die Reambulierung der topographischen Karte für Flugzwecke, welche bei dem Wettfluge St. Petersburg—Moskau verwendet werden soll, durchgeführt. Er war auf dem Kongresse zu St. Petersburg in der Lage, den Teil der Karte auf der Strecke Moskau—Klien in einem Flächenmaße 90×45 Werst im Maßstabe 1:168.000 als Probe vorzulegen, wofür Thiele reichen Beifall und Anerkennung erntete.

Photogrammetrische Abteilung des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien. Es ist bekannt, daß vor mehr als 20 Jahren das k. u. k. Militärgeographische Institut zu Wien mit Versuchen begonnen hat, die Photogrammetrie in den Dienst der topographischen Aufnahme zu stellen; weniger bekannt ist aber, daß Herr Reichsritter Chr. v. Steeb, der spätere Kommandant des k. u. k. Militärgeographischen Institutes, damals im Landesbeschreibungsbureau des Generalstabes indirekt für die Aufnahme der Versuchsarbeiten sich mit aller Kraft eingesetzt hat. Baron v. Hübl gebührt unstreitig das Verdienst, durch gelungene photogrammetrische Aufnahmen in der Tatra den Beweis erbracht zu haben, daß die Photogrammetrie bei sinngemäßer Anwendung dem Topographen bedeutende Vorteile bieten kann; seiner zähen Ausdauer und seiner Autorität ist es gelungen, alle Hindernisse aus dem Wege zu räumen und der Photogrammetrie offiziell die ihr gebührende Stellung in der Militärmappierung zu verschaffen.

Ausgedehnte Aufnahmen in den südlichen Kalkalpen und Zentralalpen, welche seit dem Jahre 1896 systematisch zur Durchführung gelangten, haben der Phototopographie eine achtunggebührende Stellung verschafft. Die rationelle Auswertung der Photographie für topographische Zwecke fand durch vorzügliche Publikationen des damaligen Mappierungsdirektors Oberst Rummer v. Rummershof und des Baron v. Hübl eine vollständige Klärung und die übertriebenen Hoffnungen, die man von allzu begeisterten Förderern an die photographische Meßkunst gestellt worden sind, wurden auf den berechtigten, richtigen Stand zurückgeführt.

An der Verwertung und Ausbildung der Stereophotogrammetrie hat unser Institut, vor allem Baron v. Hübl, einen regen Anteil genommen und sein Verdienst um die Theorie und Praxis der Stereophotogrammetrie ist anerkannt und gewürdigt.

In ein neues Stadium tritt nun die photographische Meßkunst im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien durch die Erfindung des Stereoautographen des Oberleutnant von Orel. Der hervorragende Fortschritt, welcher durch diese Erfindung in der Auswertung der Photographie für geodätische Zwecke erzielt wurde, der große Nutzen, den das Institut von diesem neuen Hilfsmittel für die Militärmappierung schon jetzt hat, drückt sich wohl in der Schaffung einer eigenen Abteilung aus, nämlich in der photogrammetrischen Abteilung, welche der Mappierungsgruppe angegliedert wurde. Mit der Leitung dieser neuen Abteilung ist der Erfinder des Stereoautographen, der k. u. k. Oberleutnant Eduard von Orel, betraut worden.

Mit Freude und Genugtuung können alle jene Männer, welche mit eiserner Willensstärke und Geduld, bei Überwindung großer Schwierigkeiten und mit Über-

zeugung für die photographische Meßkunst eingetreten sind, auf die letzte Errungenschaft blicken.

Vor allen ist es dem General Baron v. Hübl und nicht zuletzt dem gegenwärtigen Kommandanten des Institutes, Exzellenz Feldmarschalleutnant Frank, der seit Jahren alle Bestrebungen in Photogrammetrie auf das tatkräftigste gefördert hat, zu danken, daß die Photogrammetrie im Institute selbständig geworden ist.

Photogrammetrische Arbeiten des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien in den Jahren 1908—1910. Die „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien. XXIX. Band, Wien 1909" bringen über die photogrammetrischen Arbeiten der Mappierungsabteilung nachstehenden Bericht.

Die Photogrammetrie wurde in Tirol fortgeführt, die bearbeitete Fläche umfaßt etwa 1000 km^2. Es wurden in den Monaten Juni bis Ende September durch einen Mappeur 134 Standpunkte mit 352 Plattenpaaren erledigt. Für die photographischen Aufnahmen im Felde wurde ein 13 × 18 *cm*-Apparat statt der früheren 18 × 24 *cm* verwendet.

Die Zimmerarbeit der Stereophotogrammetrie im Winter 1908/09 umfaßte das Rechnen und Auftragen von 47 stereophotogrammetrischen Stand- und 16 Kontrollpunkten, ferner die Komparatorbeobachtungen von 2625 Detailpunkten. Außerdem wurde ein Teil der Aufnahmen in Schichten gelegt.

Die Winterarbeit 1909/10 wird mit dem von der Firma Zeiss neu hergestellten Komparator, an welchem der von Oberleutnant von Orel konstruierte Autostereograph angebracht ist, durchgeführt. Dieser neue Apparat ermöglicht ohne jede Rechenoperation direkte Lage- und Höhenbestimmungen von einzelnen Punkten, sowie das Zeichnen von Schichten und Geripplinien. Es wird dadurch die Leistungsfähigkeit der Stereophotogrammetrie wesentlich gehoben.

Von den Leitern der Mappierungsabteilungen wurden 140 photographische Landschaftsbilder aufgenommen, die eine vorteilhafte Verwendung bei der Winterarbeit des Mappeurs gestatten.

Forschungsreise des Dr. V. Pietschmann in Mesopotamien. Dr. V. Pietschmann, Kustos am naturhistorischen Hofmuseum in Wien, hat vor zwei Jahren mit Unterstützung des „Wissenschaftlichen Orientvereines" eine Studienreise in erster Linie für zoologische Zwecke nach Mesopotamien unternommen. Abgesehen von einer reichen wissenschaftlichen Ausbeute für die Zoologie hat Dr. V. Pietschmann auch in topographischer Richtung eine schöne Leistung zu verzeichnen. Er hat in dem besuchten Gebiete Routenaufnahmen ausgeführt und auch die Photographie in den Dienst der Topographie gestellt.

Der k. u. k. technische Oberoffizial des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien, J. Tschamler, dem die Ausarbeitung der topographischen Karte vom „Wissenschaftlichen Orientverein in Wien" übertragen wurde, hat nach eingehender Durchsicht des verfügbaren Materiales (1400 photographische Bilder, mit 15.000 Peilungen, große Zahl von Distanzangaben, Höhenmessungen mit dem Aneroide etc.) gefunden, daß Dr. Pietschmann sich der Aufgabe mit großer Liebe zur Sache, eisernem Fleiße und großem Geschick erledigt hat und daß das disponible Material unbedingt die Grundlage für eine Karte abgibt, die im allgemeinen im Maße 1:100 000 ausgeführt werden könnte. Zur Ausfüllung der vorhandenen Lücken müßten jedoch etwa vorhandene Arbeiten anderer Forscher herangezogen werden.

Dr. V. Pietschmann beschäftigt sich mit dem Plane, die vorhandenen Lücken selbst auszufüllen und eine zweite Expedition nach Mesopotamien zu unternehmen, bei welcher er die Ballonphotogrammetrie zu verwenden beabsichtigt. Herr Hauptmann Scheimpflug hat den Wunsch geäußert, sich dieser Expedition anzuschließen und tatkräftigst mitzuwirken.

Leider wird wegen des unerwartet rasch eingetretenen Ablebens des Hauptmannes Scheimpflug die letzte Idee vielleicht in Frage gestellt.

Die Brüsseler Konferenz der Internationalen Kommission für die Luftschifferkarte. Am 26. und 27. Mai d. J. fand zu Brüssel eine Konferenz der von Oberstleutnant Moedebeck gegründeten Internationalen Kartenkommission statt, an welcher 22 Delegierte aus verschiedenen Staaten Europas teilgenommen haben. Von den Mitgliedern seien hier genannt:

Baron Alphonse Berget, Professor der Geophysik an der Sorbonne und Leiter des Ozeanographischen Institutes in Paris.

Professor Arthur Berson in Berlin,

Professor Dr. K. Baruler aus Essen für den Deutschen Luftschifferverband,

Rittmeister v. Frankenberg für den kais. Aeroklub,

Hauptmann und Kapitän l. Fahrt Theodor Scheimpflug,

Oberst Jeanne aus Brüssel, Hauptmann Wagler aus Berlin } als Militärdelegierte,

Dr. K. Peucker, Kartograph aus Wien, als Delegierter des österreichischen Ministeriums für Kultus und Unterricht.

Es gelang, sich nacheinander über folgende Punkte zu einigen:

1. Maßstab, 2. Einteilung der Karte und Abgrenzung der Einzelblätter, 3. Bezeichnung der Blätter, 4. Schreibung der geographischen Namen.

In einer Festversammlung des Belgischen Aeroklubs hielt Professor Berget einen Vortrag mit Lichtbildern:

„La Topographie et l'Aéronautique"

der den Clou der Konferenz bildete und für die Verwendung der Ballonphotogrammetrie zwecks Schaffung einer einheitlichen Luftschifferkarte mit großer Überzeugung und Wärme eintrat.

Baron Berget betonte zunächst die Notwendigkeit der subjektiven Ähnlichkeit von Karte und Landschaft, so wie sie die Photographie vom Luftschiffe aus biete. Er ging aber weit hinaus über die Fragen um das Kartenbild durch seinen Hinweis auf die Lösbarkeit des Problemes der einheitlichen Aufnahme der Länder, wie sie das Riesenwerk einer einheitlichen Luftschifferkarte der Erde fordert. Mit großer Wärme und Überzeugungskraft wies der Gelehrte auf das photographische Aufnahmeverfahren von Hauptmann Theodor Scheimpflug in Wien, hin, durch dessen Aërophotogrammetrie oder Photokartographie die photographische Ansicht von oben photomechanisch zum ansichtstreuen und geodätisch orientierten Kartenbilde mit stenoautographisch eingetragenen Höhenlinien transformiert wird.

Die Ausführungen des Gelehrten wurden mehrfach durch spontane Beifallskundgebungen unterbrochen und am Schlusse der Redner wie der von ihm Gefeierte Hauptmann Th. Scheimpflug beglückwünscht.

Freiheit der Photographie in Österreich in Gefahr. Die der akademischen Intelligenz feindliche Bewegung in Österreich, welche trotz eines entsprechenden Beschlusses des Reichsrates die Ausübung der Photographie in Österreich dadurch zu beschränken beabsichtigte, daß sie im Verordnungswege die Photographie unter die handwerksmäßigen Gewerbe einreihen wollte, hat an den österreichischen Hochschulen zu einer lebhaften Gegenbewegung geführt.

Die Wiener Technische Hochschule nahm die Aktion in die Hand, eine Kommission betonte in einem Berichte, es müßten die Interessen und die erworbenen Rechte der künstlerischen und wissenschaftlichen Kreise, besonders der Hochschulabsolventen, gewahrt bleiben. Die in der ganzen Welt freie Photographie sei ein wichtiges Hilfsmittel auf allen Gebieten der wissenschaftlichen Forschung, der Heilkunde, der Künste, der Technik, der Industrie und auch der publizistischen Tätigkeit geworden. Den Hochschulen könne es unmöglich gleichgiltig sein, wie sich in Österreich diese Angelegenheit entwickeln soll. Das Professorenkollegium beschloß einstimmig, eine Eingabe an das Ministerium für Kultus und Unterricht. Das Professorenkollegium der Technischen Hochschule in Wien wendet sich darin behufs Sicherstellung der Ausübung der wissenschaftlichen und künstlerischen Photographie

an die Unterrichtsverwaltung. Es heißt dann in der Resolution: „Es darf nicht unmöglich gemacht werden, daß ein akademisch gebildeter Architekt gewerbsmäßig Architekturaufnahmen macht, daß ein Bauingenieur oder Architekt photogrammetrische Aufnahmen ausführt, daß Personen mit Hochschulbildung berufsmäßig Landschaftsaufnahmen machen und Interieurs photographieren und verwerten, daß der Techniker einen photographischen Betrieb eröffnet, daß der Mikroskopiker geschäftlich Mikrophotographien und Diapositive oder ein Maschineningenieur Lichtpausen etc. erzeugt. Dies würde eine starke Schädigung der akademisch gebildeten Techniker bedeuten, weil ja in Österreich zum Befähigungsnachweise eine mehrjährige Lehrlings- und Gehilfenzeit bei einem „Meister" gehört. Das Professorenkollegium ersucht daher, es möge ihm auch Gelegenheit zur Stellungnahme zu der begehrten Verordnung gegeben werden, da eine solche Maßnahme in den Interessenkreis der Wissenschaften und der wissenschaftlichen Technik tief einschneiden würde." Das Professorenkollegium hat weiter beschlossen, alle anderen Hochschulen, Universitäten, Techniken, Akademien etc. von dieser Stellungnahme zu verständigen und deren Unterstützung zu erbitten. Infolge dieser Aktion sind zustimmende Beschlüsse sowohl der Wiener Hochschulen, wie der Hochschulen aller Kategorien in den Provinzen teils bereits eingetroffen, teils angekündigt, so daß eine gemeinsame Kundgebung aller Hochschulen des Reiches ohne Unterschied der Kategorie und der Nationalitäten dem Unterrichtsministerium vorliegt.

Der Unterrichtsminister versprach, sich mit aller Kraft dieser für die akademischen Berufe vitalen Frage anzunehmen.

Es ist berechtigte Hoffnung vorhanden, daß die enorme Gefahr, welche die Freiheit der Photographie in Österreich bedrohte, nunmehr abgewendet wird.

Konkurs des Aeroklub von Frankreich. Die siebente Konkursexposition, welche der französische Aeroklub organisiert, wird am 14. November d. J. geschlossen. Die Sendungen sind vor dem angegebenen Datum nach Paris, rue François Ier 35 zu richten.

Ein Preis von 500 Frcs., den Herr Jacques Balsan der Jury zur Verfügung gestellt hat, ist für eine Aerophotographie mit Rekonstruktion bestimmt; es müssen die in der Photographie befindlichen Terraingegenstände zu einem Lageplane verwertet werden. Ein anderer Preis von 250 Frcs., weiters ein solcher von 100 Frcs. und zahlreiche Medaillen gestatten es der Jury, auch andere Arten von Ballonphotographien entsprechend zu würdigen.

Die Société française de Photographie hat für diese Preisbewertung eine silberne Medaille gestiftet; die angesehensten Mitglieder der Sektion „Laussedat" dieser Gesellschaft: Monpillard und Wenz sind von der Gesellschaft in die Jury entsendet worden.

Concours de la Section Laussedat de la Société française de Photopraphie, für welchen wir im II. Bd., 3. Hft. des Archivs S 222 das Reglement wörtlich gebracht haben, ist endgiltig bis zum 30. Juni 1912 verschoben worden. Die frankierten Sendungen sind an das Sekretariat der Société française de Photographie, 51, rue de Clichy, Paris mit dem Vermerk: Concours de la Section Laussedat zu richten.

X. Internationaler Geographischer Kongreß zu Rom 1911, vom 15. bis 22. Oktober d. J. Der Kongreß wird acht Sektionen umfassen, und zwar:

1. Mathematische Geographie,
2. physische Geographie,
3. biologische Geographie,
4. Anthropogeographie und Ethnographie,
5. Wirtschaftsgeographie,
6. Länderkunde,
7. Historische Geographie und Geschichte der Erdkunde und schließlich
8. Methodik.

Wie wir hören, wird bei diesem Kongresse der Professor für physische Geo-

graphie an der Sorbonne in Paris, Baron Berget, der bekannt ist durch seine Werke über die Luftschiffahrt und der eifrig für die Auswertung der Ballonphotographien für topographische, insbesondere geographische Zwecke in Wort und Schrift sich bemüht, einen Vortrag über Aerophotogrammetrie halten.

Dr. M. Gasser, Dozent der Technischen Hochschule in Darmstadt, Obmann der Sektion „Deutschland" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, wird über Stereophotogrammetrie sprechen.

Auch dürfte der Erfinder des Stereoautographen, k. u. k. Oberleutnant E. v. Orel, vom k. u. k. Reichskriegsministerium zu diesem Kongresse delegiert werden, wodurch es ihm möglich wird, der ehrenden Aufforderung der Kongreßleitung zu entsprechen und einen Vortrag über seinen Apparat halten zu können.

Der Mitgliedsbeitrag für ordentliche Mitglieder beträgt 25 Frcs. Auskünfte erteilt Herr Felix Cardon, Advokat, Rom, Via plebiscitos.

Während des Kongresses und im Anschlusse an demselben werden Exkursionen vorgenommen.

V. Internationaler Luftschifferkongreß zu Turin. Vom 25. bis 31. Oktober d. J. findet in Turin der V. Internationale aeronautische Kongreß statt. Der Kongreß wird von der ständigen internationalen Kommission für Luftschiffahrt im Verein mit der Société d'Aviation de Turin veranstaltet. Die Verhandlungen umfassen:

Ballonwesen, Flugwesen, die Vertretung der einzelnen Nationen in der Fédération Aérienne Internationale usw.

Der Obmann der Sektion „Deutschland" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, Dr. M. Gasser, der seit Jahren mit großer Liebe an der Schaffung einer Luftschifferkarte tätig ist, wird einen Vortrag über das Thema: Aerophototopographie halten.

Anmeldungen zum Kongresse und Anfragen sind zu richten an: Commission permanente internationale de l'Aeronautique, 35, rue François Paris oder Société d'Aviation de Turin, Galerie nationale, Via Roma 28, Turin.

Internationale Baufachausstellung mit Sonderausstellungen, Leipzig 1913. Das Protektorat für diese Ausstellung hat König Friedrich August von Sachsen übernommen.

Die photographische Meßkunst hat für die Architektur eine große Bedeutung; die Meßbildanstalt in Berlin und das mit derselben verbundene preußische Denkmälerarchiv stehen in Deutschland in ihrem Dienste.

Wir zweifeln nicht, daß die photogrammetrischen und stereophotogrammetrischen Arbeiten einen sehr instruktiven Teil dieser Ausstellung bilden werden.

Literaturbericht.

Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik. Herausgegeben von K. W. Wolf-Czapek unter Mitwirkung von Dr. H. Becker, Berlin (Physik und Chemie); Professor E. Doležal, Wien (Photogrammetrie); Geh. Reg.-Rat Professor Dr. G. Fritsch, Berlin (Anatomie und Anthropologie); Direktor F. Goerke, Berlin (Länderkunde); Dr. H. Hartung, Dresden (Chirurgie und Pathologie); A. Hnatek, Wien (Astronomie und Astrophysik); Professor Dr. G. Klemm, Darmstadt (Mineralogie, Geologie); P. Knoll, Berlin (Presse); Dr. P. Marc, München (Bibliothekwissenschaften); Professor Dr. A. Naumann, Dresden (Botanik); Oberleutnant H. Nonn, Mainz (Kriegswissenschaften); Professor Dr. R. A. Reiß, Lausanne (Kriminalistik); Professor Dr. H. A. Schmid, Prag (Kunstgeschichte); Dozent Dr. M. Seddig, Frankfurt a. M. (Ingenieurwesen); Professor Dr. R. Sommer, Gießen (Neurologie und Psychiatrie); Professor Dr. R. Süring, Potsdam (Meteoro-

logie und Ballonphotographie); Professor Dr. B. Wandoleck, Dresden (Zoologie und Physiologie).

In vier Teilen, 407 Seiten sowie 159 Tafeln mit 470 Abbildungen. Berlin 1911. Druck und Verlag der Union Deutsche Gesellschaft, Zweigniederlassung Wien. Preis des ganzen Werkes broschiert M. 18·— in Leinwandband M. 20·—.

Der erste Teil dieses Werkes wurde im dritten Hefte dieser Zeitschrift auf Seite 231 bis 233 besprochen.

Nun liegen die restlichen drei Teile vor, so daß wir heute in die Lage kommen werden, unser abschließendes Urteil abzugeben.

Der zweite Teil ist den organischen Naturwissenschaften gewidmet zum Gegensatze vom ersten Teile, der sich mit der Photographie im Dienste der anorganischen Naturwissenschaften beschäftigt.

Prof. Dr. A. Naumann-Dresden gibt eine erschöpfende Darstellung der Photographie für Zwecke der Botanik; auf allen Gebieten botanischen Wissens hat sie in der Jetztzeit Anwendung gefunden, teils als Darstellungs-, teils als Forschungsmittel.

Der Autor bespricht zuerst die Technik der Photographie speziell im Dienste der Botanik, geht auf die Behandlung der Photographie für Zwecke der Pflanzengeographie, der Systematik und der Morphologie, der Biologie, der Physiologie und der Anatomie näher ein, bespricht die Mikrophotographie und schließt seine Ausführungen, indem er sich mit der Photographie als Lehrmittel beschäftigt.

Die Gletscher-Gemswurz und das Alpenvergißmeinnicht auf Tafel 11, im Farbendrucke dargestellt, wirken überaus naturtreu und geben ein glänzendes Zeugnis dafür ab, was der Farbendruck zu leisten vermag.

Die Zoologie und Physiologie wird von Prof. Dr. B. Wandoleck-Dresden gegeben, der den glücklichen Gedanken hatte, gewissermaßen eine Entwicklungsgeschichte der Photographie in der Zoologie zu schreiben, wodurch seine Darstellung äußerst anziehend wirkt. Wandoleck beschäftigt sich vorerst mit der Photographie als Hilfsmittel der Illustration, geht zur Mikrophotographie, dann zur biologischen Photographie über und bringt vieles Interessante über die Unterwasserphotographie. Was uns, die wir uns mit messender Photographie befassen, besonders interessieren muß, sind die beiden Abschnitte: Chronophotographie und Photogrammetrie.

Welche Bedeutung die Chronophotographie für die physiologische Forschung besitzt, wie sie die Bewegungen der Tiere und Menschen zu analysieren gestattet und dem Studium zugänglich macht, zeigt Wandoleck an der Hand der Besprechung der Arbeiten des Amerikaners Muybridge, des französischen Physiologen Marey und der neuesten Arbeiten von Bull aus dem Institut Marey in Paris; er weist auf die Vervollständigung der Mareyschen Werke durch die Erfindungen von Friese-Green und Evans, von Edison und von Lumière, wodurch der Kino auf die heutige technische Stufe gehoben wurde. Wandoleck bespricht dann die Bedeutung des Kino in Verbindung mit dem Mikroskope, verweist auf die mikrokinematischen Arbeiten von Comandon und die biologischen Kinematogramme der Brüder Kearton.

Auch der Photogrammetrie widmet der sehr belesene Autor anerkennende Worte. Die zoologische Systematik und die vergleichende Morphologie hantieren sehr viel mit Maßen und Maßangaben, für sie ist daher die Photogrammetrie und die Pulfrichsche Stereophotogrammetrie von größtem Interesse. Wandoleck führt die in dieser Richtung durchgeführten Arbeiten von Dr. Samter über das Messen toter und lebender Fische für systematische und biologische Untersuchungen an, weist auf die Arbeiten von Liebenau hin, welcher die Photogrammetrie in den Dienst der praktischen Zoologie, und zwar in der Haustierzucht gestellt hat.

Wunderschön ausgeführte und sehr instruktive Tafeln dienen diesem verdienstvollen Referate Wandolecks.

Über die Photographie im Dienste der Anatomie berichtet der Geheimrat

Prof. Dr. G. Fritsch aus Berlin. Es ist wohl einleuchtend, daß die Bedeutung der Photographie für das ausgedehnte Gebiet, welches die anatomische Wissenschaft umfaßt, eine große ist, nicht minder wie in der Chirurgie und Pathologie, welche von Dr. G. Hartung in Dresden bearbeitet ist, sowie in der Neurologie und Psychiatrie, welche Gebiete Prof. Dr. R. Sommer in Gießen zum Referenten haben; denn der medizinische Forscher und der behandelnde Arzt haben einen eminenten Nutzen von der Photographie gezogen und die wissenschaftliche Neurologie und Psychiatrie kann heute der Photographie als Forschungsmittel wohl absolut nicht entbehren.

Alle drei Autoren betonen den großen Wert der stereoskopischen Aufnahmen und deren ausgezeichnete körperliche Wirkung; es wird auch der Kinematographie das Wort geredet und von Dr. Hartung die Röntgenphotographie als der wichtigste Teil der medizinischen Photographie geschildert. Für den Photogrammeter ist es wohl von Interesse zu erfahren, daß auch die Röntgenphotographie für Lagebestimmung verwertet wurde, wodurch es also auch eine Art Röntgenphotogrammetrie gibt, welche mit Nutzen praktisch geübt wird.

Prof. Dr. Sommer befaßt sich in einem eigenen Abschnitte mit der „messenden Photographie", wobei Maßstäbe (Längen- und Querstab) mit sehr deutlicher Längenteilung, welche bei morphologischen Messungen benutzt werden, mitphotographiert werden und dadurch die Möglichkeit besteht, auf die dritte Dimension einen Schluß ziehen zu können. Auch ein sogenanntes Netzplanimeter findet Verwendung, ein Netz von vertikalen und horizontalen Fäden in bestimmten Abständen auf einem Rahmen angebracht, welches Maßsystem als Hintergrund dicht an den Körper des Darzustellenden angebracht und mitphotographiert wird.

Überall in der Wissenschaft, wo Maße gebraucht werden, sucht man nach Behelfen und ist bemüht, eine bequeme Messung an der Photographie machen zu können, die zu den gewünschten Dimensionen führt.

Der dritte Teil des Wolf-Czapekschen Werkes führt den Untertitel: Die Photographie im Dienste der Technik.

Das Referat über Photogrammetrie wurde von dem Rezensenten bearbeitet. Es werden die Prinzipien der Photogrammetrie und Stereophotogrammetrie nebst den grundlegenden Formeln für die Winkel-, Distanz- und Höhenmessung entwickelt; die photo- und stereophotogrammetrischen Instrumente werden in ihrer Einrichtung und ihrem Gebrauche geschildert. Der Universal-Phototheodolit von Prof. Schell wird als Vertreter der älteren photogrammetrischen Instrumente gebracht, während der neueste Phototheodolit von Pulfrich für die Zwecke der photogrammetrischen Stereoaufnahmen zur eingehenden Beschreibung gelangt. Weiters werden die Vor- und Nachteile der alten Photogrammetrie und der Stereophotogrammetrie in streng objektiver Weise behandelt.

Die Anwendungsgebiete der photographischen Meßkunst kommen zur Besprechung; Die Terrainaufnahme für Ingenieurzwecke, die Topographie im Dienste der Militäraufnahme, die Meteorologie, die Marine, die Astronomie, die Geographie, die Denkmalpflege usw. Der Ballonphotogrammetrie wird das Wort geredet und die verdienstvollen Arbeiten von Scheimpflug, Thiele usw. gewürdigt.

Der Stereoautograph des k. u. k. Oberleutnants E. von Orel wird als ein erwünschtes Hilfsmittel in der Stereophotogrammetrie begrüßt, da er im hohen Maße entlastend wirkt und eine automatische Lage- und Höhenbestimmung nebst Schichtenführung zu erledigen gestattet.

Auf 11 Tafeln werden durch 19 Figuren die im Texte gegebenen theoretischen Ausführungen beleuchtet. Besonders hervorgehoben zu werden verdienen wohl die im Bilde dargestellten Pläne des russischen Staatsrates Ingenieurs R. Thiele, welche dieser für den Bau der Transversalbahn im Kaukasus durchgeführt hat, die Proben der Scheimpflugschen Arbeiten mit seinem Photoperspektographen, die Abbildungen für die photogrammetrische Aufnahme eines Baudenkmales und das Panorama nebst

dem Schichtenplane des Ortlergebietes, welch letzterer mit dem Stereoautographen von E. von Orel hergestellt wurde.

Prof. Dr. R. Süring vom meteorologischen Institute in Potsdam hat das nächste Referat über Ballonphotographie verfaßt.

Er gibt eine kurze Entwicklung der Ballonphotographie, spricht über die Technik der Aufnahmen, geht an die Behandlung der Apparate und Objektive über, beschäftigt sich mit farbigen Aufnahmen, dann mit Stereoskopaufnahmen aus dem Ballon, wendet sich der photographischen Orientierung zu und widmet einen letzten Abschnitt der Photogrammetrie. Hier wird auf die Arbeiten von Prof. Finsterwalder in München, Thiele in Moskau, Hauptmann Scheimpflug in Wien und Ranza in Rom hingewiesen.

Über die Photographie in ihrer Bedeutung für die Kriegswissenschaften wird vom Oberleutnant H. Nonn in Mainz ein gründliches Referat erstattet.

Die Verwendung der Photographie in der Ballistik zu dem Zwecke, um das Bild des fliegenden Geschosses zu fixieren, die Bahn desselben zu bestimmen, um ferner die um das fliegende Geschoß verursachte Luftbewegung zu studieren usw. führte zu höchst interessanten Arbeiten, die im Arsenale von Woolwich, dann von Marey, Anschütz, Mach und Salcher, Boys, Cranz, Neesen u. a. ausgeführt worden sind. Der ballistische Kinematograph von Prof. Cranz, sowie die geistreiche Apparatur, welche Geheimrat Neesen für die Bestimmung der charakteristischen Größen der Flugbahnen auf photographischem Wege angegeben hat, werden in ihrer Einrichtung und Funktion geschildert.

Der Autor zeigt, in welcher Weise die elektrische Momentphotographie dem Waffenkonstrukteur dienstbar wird und ihm konstruktive Mängel der Waffen nachzuweisen gestattet; er schildert die Verwendung der Photographie für die Bestimmung der Abweichungen, die bei Geschoßwirkungen am Ziele auftreten. Oberleutnant Nonn bespricht dann die Photographie für den Nachrichtendienst und die Aufklärung, wobei er etwas näher auf die Brieftaubenphotographie von Dr. Neubronner, die Ballonphotographie und die Rakete mit photographischem Apparate eingeht. Der Raketenapparat des Ingenieurs Maul in Dresden, der photographische Geländeaufnahmen aus einer bedeutenden Höhe (bis 500 *m*) in bestimmter Richtung auszuführen gestattet, erregt besonderes Interesse auch des Photogrammeters.

Was der Autor über die verschiedenen Hilfsmittel, photographische Aufnahmen für Vermessungszwecke zu machen, sagt, wobei Luftfahrzeuge verschiedener Art in Funktion treten können, ist vom photogrammetrischen Standpunkte zutreffend.

Das mit großer Sachkenntnis verfaßte Referat über Kriegstechnik von Oberleutnant Nonn wird man stets mit großer Befriedigung lesen.

Das Ingenieurwesen und Industrie fand durch den Privatdozenten Doktor M. Seddig in Frankfurt a. M. einen gewandten Bearbeiter.

Der Autor bringt zuerst allgemeines über die Aufnahmetechnik, wendet sich zu den illustrativen Anwedungen der gewöhnlichen Methoden, spricht über die Anwendungen der Photographie zu Registrierungen und Untersuchungen und behandelt die Photographie als Mittel für technische Leistungen, wobei die photomechanischen Druckverfahren, die Verwendung der Photographie in der Weberei (Szcepaniks Erfindungen und zu plastischen Nachbildungen, die Fernphotographie und die Phonographie eingehender besprochen werden.

Auf 13 Tafeln werden in durchgehends gelungenen Abbildungen die textlichen Erläuterungen unterstützt.

Den Schluß des III. Teiles bildet ein Aufsatz des Leiters der Illustrationszentrale August Scherl, G. m. b. H, in Berlin, Paul Knoll, der über die Photographie in der Presse berichtet.

Mit Recht beginnt er mit dem Satze: Die gesamte internationale illustrierte Presse der Neuzeit, soweit sie nicht rein künstlerische Zwecke verfolgt, ist im wesentlichen auf der Photographie aufgebaut. Er schildert sehr lebendig die Aufgaben des Preßphotographen, zeigt, wie der Photograph die Bedürfnisse der Presse

befriedigen kann; behandelt das Arbeitsmaterial des Preßphotographen, spricht über die Organisation der Preßphotographie und drückt in einer Schlußbetrachtug aus, was die Presse von der Photographie noch erwartet.

Der IV. Teil dieses Werkes ist der **Photographie im Dienste sozialer Aufgaben** gewidmet.

Mit beredten Worten schildert Direktor F. Goerke, wie die Photographie wie für so viele andere Wissenschaften auch für die Länderkunde die treuesten und unentbehrlichsten Urkunden liefert. Indem er auf die Bedeutung der Ballonaufnahmen im Dienste der Länderkunde zu sprechen kommt, welche eine Reihe von geographischen Fragen zu lösen haben werden, kommt Goerke auf das Gebiet der Photogrammetrie, deren Wert er außerordentlich klar beleuchtet. Für den Forschungsreisenden ist die Verwendung des Meßbildverfahrens von immer steigender Wichtigkeit, sei es zur topographischen Aufnahme unbekannter Gegenden, sei es für die Ausmessung von Ausgrabungen. Das Meßbildverfahren schafft nicht nur Illustrationen, sondern Dokumente, aus welchen nicht nur die richtige Zeichnung der Landschaft, sondern auch die genaue Aufzeichnung der Baudenkmäler gewonnen wird.

Es ist ein Vergnügen zu lesen, wie der Autor in überzeugender Weise der Photographie für Zwecke der Heimatkunde, des Heimatschutzes und der Trachtenkunde das Wort spricht und mit welcher Wärme er die Bedeutung der Idee vertritt, ein geordnetes Archiv an Projektionsbildern aus allen Gebieten des Wissens unter staatlichem Schutze den nachkommenden Generationen als Fundgrube zu überlassen, aus denen die Wissenschaft vergessene Schätze heben könnte.

Noch ein zweites Referat hat der bekannte Berliner Forscher, Geheimrat Prof. Dr. G. Fritsch für das Wolf-Czapeksche Sammelwerk verfaßt, nämlich ein solches über Anthropologie, zu welchem er wohl der berufenste Fachmann ist. Er sagt, die Disziplinen anthropologische Photographie und photographische Anthropologie sind zwei ebenbürtige Schwestern, innig verbunden und erfreuen sich der in gemeinsamer Arbeit errungenen schönen Erfolge. Die Photographie schüttet ihr Füllhorn ihrer Gaben liebevoll auf alle drei Schwesterdisziplinen, die Anthropologie im engeren Sinne, Ethnographie und Urgeschichte in unparteiischer Weise aus. Überall liefert sie die vorher so schmerzlich vermißten Dokumente, deren Prüfung jedem Zweifler freisteht, ermöglicht die Ausführungen von Messungen, welche die flüchtige Zeit sonst sicher nicht hätte gestattet auszuführen und verewigt Daten, deren Bedeutung der Forscher an Ort und Stelle vielleicht selbst noch nicht erkannt hätte.

Auch in diesem Referate kommt die messende Photographie zur verdienten Würdigung.

Die Materie Kriminalistik hat die bekannte Autorität auf diesem Gebiete Prof. Dr. R. A. Reiss in Lausanne bearbeitet und wie zu erwarten war, gibt diese Abhandlung ein äußerst anschauliches und vollständiges Bild der Anwendung der Photographie zu gerichtlichen und polizeilichen Zwecken.

In dem Abschnitte „Die Photographie auf dem Tatorte" beschäftigt sich Reiss mit der in den letzten Jahren von A. Bertillon in Paris herangezogenen Photogrammetrie für gerichtlich-photographische Zwecke, die sogenannte „metrische Photographie", für welche auch Bertillon die erforderliche Apparatur angegeben hat, wobei insbesondere ein speziell für diese Aufnahmen erforderlicher Objektivsatz von Lacour berechnet wurde. Die mobilen Brigaden der französischen Sûreté générale arbeiten mit diesen Apparaten, welche bereits heute bei den meisten Polizeiinstituten der europäischen Staaten mit Erfolg in Verwendung stehen, wie es die „Dresdner photographische Ausstellung 1909" so glänzend beleuchtet hat.

In Deutschland wurde das Fabrikations- und Vertriebsrecht der metrischen Apparate des Systems Bertillon der Firma H. Ernemann, A.-G., in Görlitz übertragen.

Alle Fragen, bei welchen die Photographie bei gerichtlichen und polizeilichen Verfahren verwendet worden ist, kommen zur objektiv-kritischen Darstellung, welche

um so mehr eine Bedeutung gewinnt, als der Autor Beispiele heranzieht, bei welchen er selbst interveniert hat.

Die Lektüre dieses sehr flott geschriebenen Berichtes schafft ein wahres Vergnügen.

Für die Photographie im Dienste des Bibliothekswesens erstattet Dr. Paul Marc in München ein Referat. Daß man bei der Photographie von Handschriften, Büchern, Urkunden, Miniaturen usw. eine Fülle dankbaren Materials besitzt, liegt auf der Hand und der Autor zeigt in seiner sehr gründlichen und gewissenhaften Arbeit, was schon auf diesem Gebiete geleistet wurde.

Was die Kunstgeschichte anbelangt, welche Prof. Dr. H. Schmid in Prag zum Verfasser hat, so lesen wir als ersten Absatz des Referates: „Die moderne Richtung der Kunstwissenschaft ist ohne die Photographie undenkbar, und zwar in doppeltem Sinne: Es ist ohne dies Hilfsmittel einmal unmöglich, die Ergebnisse zu erzielen, auf die die heutige Generation in erster Linie ausgeht, und zweitens unmöglich, diese Resultate einer größeren Zahl von Personen in wissenschaftlichen Abhandlungen oder im Hörsaal mitzuteilen."

Der Autor gedenkt an mehreren Stellen seines Berichtes der Bedeutung, welche die messende Photographie für den Kunsthistoriker besitzt.

*

Bei genauer Analyse der vier Teile des Wolf-Czapekschen Sammelwerkes wird man finden, daß die „messende Photographie", die „photographische Meßkunst", weitverzweigt auftritt und daß sie nahezu bei allen vier Gruppen der im vorliegenden Werke erscheinenden Wissenschaften in größerer oder geringerer Ausdehnung zur Verwendung gelangt.

Für den Photogrammeter ist daher dieses Werk, das in einzig dastehender Weise, in planmäßiger Zusammenfassung die Anwendung der Photographie in Wissenschaft und Technik bietet, von der größten Bedeutung und wird gewiß einen bevorzugten Platz in seiner Bibliothek einnehmen.

Zum Schlusse einige Worte über das Gesamtwerk.

Der Autor, der durch eigene unerfreuliche Erfahrungen schmerzlich die Lücke empfand, die beim außerordentlich mühsamen Aufsuchen und Verfolgen der Literatur wohl jeder Forscher, jeder in der photographischen Industrie weiterstrebende Fachmann feststellen muß, erkannte, daß ein Werk in der deutschen Literatur mangelt, das dem einzelnen die Mühe abnehmen soll, die einzelnen Steine zu jedem Weiterbau auf photographischem Gebiete wieder aufs Neue selbst sammeln zu müssen.

Das Ziel, das sich der Autor von vornherein für sein Werk gesteckt hat, war ein genau präzisiertes; sein Werk sollte eine Darstellung der Aufgaben, Hilfsmittel und Leistungen der Photographie als Mittel der Registrierung, der Illustration, der Forschung und des Unterrichtes geben, aber in richtiger Ausdehnung. Die Arbeit konnte unmöglich von einem einzelnen bewältigt werden; dies war im Jahre 1881 möglich, wo Stein sein zusammenfassendes Werk über die Photographie in wissenschaftlicher Forschung schrieb, heute aber bei der enormen Ausdehnung aller Wissenszweige wäre es wohl ein sehr gewagtes Beginnen, an eine solche Arbeit zu schreiten.

Wolf-Czapek dachte vom Anbeginn an eine Teilung der Arbeit, und zwar in der Art, daß nach einem von großen Gesichtspunkten ausgehenden einheitlichen Plane die Arbeit an eine größere Zahl von Spezialisten verteilt werde, und zwar nicht an Vertreter des Gebietes der photographischen Wissenschaft, sondern an solche der einzelnen, die Photographie praktisch verwendenden Wissensgebiete.

Diese glückliche Idee zeigt in dem vorliegenden epochalen Werke ihren besten Erfolg.

Nur dadurch, das Wolf-Czapek bei der großen internationalen photographischen Ausstellung Dresden 1909 in so intensivem Maße mitarbeitete, jedes Ausstellungsstück als Leiter zweier Gruppen kannte, durch die Mitarbeit am

Kataloge in enge Fühlung mit dem Materiale und den Bearbeitern trat, war überhaupt die Realisierung der vorgefaßten Idee möglich.

Welche Titanenarbeit Wolf-Czapek in der kurzen Zeit von $1^1/_2$ Jahren geleistet hat, vermag wohl nur jener zu ermessen, der eine größere Anzahl von Autoren zu einer umfangreichen Arbeit vereint und neben einer Unzahl von Schwierigkeiten auch Kompetenzkonflikte usw. zu schlichten hatte.

Das Illustrationsmaterial ist durchaus mustergiltig; die Heranziehung von stereoskopischen Bildern ist sehr glücklich und wird gewiß freudig begrüßt.

Die Literaturangaben, die Anmerkungen in Fußnoten werden sicherlich mit Dank quittiert.

Herr Wolf-Czapek mit seinem Stabe von Mitarbeitern, welche treu zur Fahne gehalten, hat ein Werk über

Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik

geschaffen, auf welches die deutsche Literatur stolz sein kann, und das entschieden die Würdigung verdienen würde, in alle Kultursprachen übersetzt zu werden.

Neben dem Autor kann auch der rührige Verlag sich des schönen Werkes freuen, welche beide zweifellos zu ihrer verdienstvollen Leistung herzlich zu beglückwünschen sind. D.

Die stereophotogrammetrischen Instrumente der Firma Carl Zeiss in Jena. Von Ingenieur Dr. Th. Dokulil, Privatdozent und Adjunkt an der k. k. Technischen Hochschule in Wien. — Separatabdruck aus der Fachzeitschrift „Der Mechaniker". Berlin 1909. Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker", Verlag F. und M. Harrwitz. Preis M. 1·80.

Nach einer Einleitung, in welcher das Wesen der Photogrammetrie und der Stereophotogrammetrie auseinandergesetzt wird, werden die Stereophototheodolite von Dr. Pulfrich eingehend in ihrer Einrichtung und Wirkungsweise beschrieben.

Vorerst kommt der Feld-Stereophototheodolit mit dem Hilfsinstrumentarium, zu dem die Distanzlatte und die drei Zentrierstative gehören, zur Behandlung, worauf auf die Stand-Phototheodolite und ihre Verwendung auf Schiffen eingegangen wird. In den beigegebenen Figuren ist die Art der Montierung der Apparate zuerst auf S. M. Schiff „Hyäne", dann in vollendeter Form auf S. M. Schiff „Planet" und schließlich auch jene der beiden Instrumente ersichtlich, welche an Bord S. M. Schiff „Möve" und dem russischen Schulschiffe „Wernij" zur Verwendung gelangten. Auch die Apparate, welche von der österreichische Marine auf dem Schießplatze „Saccorgiana" bei Pola zu stereophotogrammetrischen Portéeermittlung der Geschütze benutzt wurden, werden besprochen.

Nun geht der Autor zu den Stereokomparatoren über. Nach einer kurzen theoretischen Erörterung, welche zeigt, wie die mit einem Stereophototheodolite gewonnenen Aufnahmen ausgewertet werden, um sie zur Richtungs-, Distanz- und Höhenbestimmung zu verwenden, beschäftigt sich der Autor mit der Erläuterung des Prinzipes des Stereokomparators. Die hiezu verwendeten Figuren sind sehr klar und anschaulich. Die Entwicklung in der Konstruktion der Stereokomparatoren wird ausführlich dargestellt: die ursprüngliche Form des Stereokomparators, dann eine Modifikation desselben, weiter der Stereokomparator für die Ausmessung von Küstenaufnahmen, die vom Schiffe aus aufgenommen wurden, dann die neuere Konstruktionstype D, welche sich insbesondere für Eisenbahnvorarbeiten und in den Kolonien, für Manöveraufnahmen und für Kriegszwecke eignet, werden in gelungenen Abbildungen mit einer guten Beschreibung dem Leser vorgeführt und schließlich das Blinkmikroskop in seiner Einrichtung und seinem Gebrauche behandelt.

Dr. Dokulil hat sich durch seine Zusammenfassung aller bis 1909 von der Firma Carl Zeiss in Jena für Zwecke der Stereophotogrammetrie konstruierten Instrumente ein Verdienst erworben, wofür ihm nicht nur die Leser der Fachzeitschrift „Der Mechaniker", sondern auch jene, welche den Sonderabdruck erwerben, dankbar sein werden.

D.

Rundschau für Stereophotogrammetrie (von S. Truck herausgegeben) brachte nachstehende Artikel:

Nr. 4, Juli: „Einrichtung des Feldphototheodoliten und dessen Verwendung bei Stereoaufnahmen für Ingenieurzwecke“ von S. Truck.

Nr. 5, September: Schluß des vorstehenden Aufsatzes.

Bibliographie.

1. Selbständige Werke.

Eichberg F. Dr.: Die Photogrammetrie bei kriminalistischen Tatbestandaufnahmen, Halle a. S. 1911.

Luther R. Dr.: Photographie als Lehr- und Forschungsgegenstand, Halle a. S. 1909.

Luther R. und Weisz H.: Vorträge, gehalten auf dem Internationalen Kongreß für angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik, Dresden 11. bis 15. Juli 1909, Halle a. S. 1911.

Miethe A. Dr.: Photographische Aufnahme vom Ballon aus, Halle a. S. 1909.

Pulfrich C. Dr.: Stereoskopisches Sehen und Messen, Jena 1911.

Pulfrich C. Dr.: Vorschriften für die Justierung der Stereokomparatoren durch den Beobachter, Meß. 249, Verlag Firma Carl Zeiss, Jena 1911.

Tardivo C.: La Fotographia dall' aerostato nelle sue applicazioni in topografia, Roma 1910.

Wolf-Czapek K.: Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik.
II. Teil: Organische Naturwissenschaften,
III. Teil: Technik,
IV. Teil: Soziale Aufgaben.
Berlin 1911.

2. Journalliteratur.

Berget A.: „Les méthodes et les instruments du géographe voyageur“ in „Revue de Géographie annuelle“, tome II, 1908, Paris.

Berget A.: „Les application de l'aéronautique à la Géographie“ ebenda, tome III, 1909, Paris.

Brückner E. Dr.: „Oberleutnant E. v. Orels Stereoautograph als Mittel zur automatischen Herstellung von Schichtenplänen und Karten“ in den „Mitteilungen der k. k. Geographischen Gesellschaft in Wien“, Band 54, Wien 1911.

Hübl Art. Freih. v.: „Die stereophotogrammetrische Aufnahme des Goldberggletschers im August des Jahres 1910“ in den „Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien“, W. Hölder, Wien 1911.

Klingatsch A. Dipl. Ing.: „Zur photographischen Ortsbestimmung“ in den „Sitzungsberichten der kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien,“ CXVIII. Band, Abt. IIa. Wien, 1909.

Klingatsch A. Dipl. Ing.: „Ein Zweihöhenproblem in der Photogrammetrie“ ebenda, Bd. CXVIII, Abt. IIa, Wien, 1909.

Orel E. v.: „Der Stereoautograph als Mittel zur automatischen Verwertung von Komparatordaten“ in den „Mitteilungen des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien“, XXX. Band, Wien 1911.

Peucker K. Dr.: „Die Brüsseler Konferenz der Interationalen Kommission für die Luftschifferkarte“ in „Petermanns Mitteilungen“ 1911.

Prochazka A. Edl. v.: „Oberleutnant v. Orels Stereoautograph“ in den „Mitteilungen über Gegenstände des Artillerie- und Geniewesens“, Jahrgang 1911, Wien.

Schilling Fr. Dr.: „Die geometrische Theorie der Stereophotogrammetrie“ in der „Zeitschrift für Vermessungswesen, 1911.

Solowjeff S. Dr.: „Über Stereophotogrammetrie“, Sonderabdruck aus dem Jahrbuche der kaiserl. Moskauer Ingenieurhochschule, Moskau 1911.

Tardivo C.: „Die Luftschifferphotographie in ihrer Anwendung für die Topographie“ in „Rivista di artigleria e genio“, Roma 1910.

Vereinsnachrichten.

Satzungen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie.

I. Zweck der Gesellschaft.

§ 1. Die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie, deren Sitz in Wien ist, hat den Zweck, die Theorie und Praxis der Photogrammetrie zu pflegen, ihre Vervollkommnung und Verbreitung zu fördern und zu ihrer Anwendung in verschiedenen Wissenszweigen beizutragen.

II. Mittel zur Erreichung des Zweckes.

§ 2. *a)* Internationale Kongresse mit Abhaltung von Vorträgen und fachlichen Erörterungen.

b) Schaffung von Sektionen in den Kulturstaaten.

c) Herausgabe einer internationalen Fachzeitschrift.

III. Mitglieder der Gesellschaft, ihre Rechte und Pflichten.

§ 3. Mitglieder der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie sind:

a) Die von der Gesellschaft ins Leben gerufenen Sektionen.

b) Einzelmitglieder, die einer Sektion nicht angehören. Doch werden Einzelmitglieder nur dann Mitglieder der Gesellschaft, wenn in ihrem Staatsgebiete die im § 6 vorgeschriebene Anzahl von Mitgliedern nicht vorhanden ist.

§ 4. Jede Sektion bildet in rechtlicher Beziehung eine nur in ihrem Bestande von der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie abhängige, im übrigen jedoch selbständige Körperschaft und hat der Gesellschaft gegenüber nur die in §§ 5 und 8 bezeichneten Verpflichtungen. Das Geltungsgebiet jeder einzelnen Sektion der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie und der Kreis ihrer Mitglieder beschränkt sich auf das Gebiet eines Staates unbeschadet der Bestimmungen des § 5, Absatz 3.

§ 5. Jede Sektion besitzt eigene, von der Regierung ihres Staates genehmigte Satzungen, welche den Hauptsatzungen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie entsprechen und vom Hauptvorstand dieser Gesellschaft genehmigt sein müssen.

Die Sektionen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie dürfen nur dann Mitglieder, deren Wohnsitz sich in anderen Staatsgebieten befindet, aufnehmen, wenn in derem Lande keine Sektion besteht.

Diese Bestimmung hat keine Geltung für die Ernennung von Ehrenmitgliedern und korrespondierenden Mitgliedern.

§ 6. Zur Gründung einer Sektion sind mindestens zehn Mitglieder erforderlich.

§ 7. Die Mitglieder haben das Recht, an allen Veranstaltungen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie teilzunehmen und beziehen das Vereinsorgan zu dem vom Hauptvorstande mit dem Verleger vereinbarten Preise.

§ 8. Sektionen und Einzelmitglieder sind verpflichtet, ihre Mitgliedsbeiträge an den Hauptvorstand abzuliefern. Der Jahresbeitrag wird durch den Kongreß bestimmt. Bis zur Bestimmung dieses Jahresbeitrages durch den ersten Kongreß hat jede Sektion pro Mitglied einen Jahresbeitrag von 2 Kronen an die Kassa des Hauptvorstandes abzuführen. Für Einzelmitglieder beträgt dieser Jahresbeitrag bis zum ersten Kongreß 6 Kronen

IV. Erlöschen der Mitgliedschaft.

§ 9. Das Ausscheiden von Sektionen erfolgt durch ihre Auflösung, beziehungsweise durch eine seitens dieser Sektion abgegebene Austrittserklärung oder durch Ausschließung.

Das Ausscheiden von Einzelmitgliedern tritt bei Verlust der bürgerlichen Rechte, ferner im Falle einer Austrittserklärung oder durch Ausschließung ein.

Diese kann nur auf Antrag des Hauptvorstandes vom Kongresse über Sektionen oder Einzelmitglieder ausgesprochen werden, welche beharrlich gegen die Interessen der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie verstoßen oder trotz zweimaliger Mahnung mit dem Mitgliedsbeitrag im Rückstande bleiben.

Über die Ausschließung von Mitgliedern der einzelnen Sektionen beschließen diese nach den Bestimmungen ihrer Satzungen. Ein von einer Sektion ausgeschlossenes Mitglied kann weder von einer anderen Sektion, noch von der Gesellschaft aufgenommen werden.

§ 10. Austretende oder ausgeschlossene Mitglieder haben keinerlei Anspruch auf das Eigentum der Gesellschaft.

V. Geschäftsordnung.

§ 11. Die geschäftlichen Angelegenheiten werden durch den Hauptvorstand und durch den Kongreß besorgt.

§ 12. Das Vereinsjahr fällt mit dem Kalenderjahre (gregorianischer Zeitrechnung) zusammen.

VI. Versammlungen.

§ 13. Die Versammlungen der Gesellschaft finden in Form von internationalen Kongressen statt.

Auf jedem Kongresse wird Zeit und Ort des nächstfolgenden Kongresses bestimmt. (Der erste derartige Kongreß wird, wenn der Hauptvorstand keine andere Verfügung trifft, im Jahre 1911 in Wien tagen.)

Die Einberufung des Kongresses erfolgt durch den Hauptvorstand. Alle weiteren Vorbereitungen und Beratungen zur Durchführung des Kongresses hat ein am Kongreßorte zu wählendes Komitee im Einverständnisse mit dem Hauptvorstande zu besorgen, welcher einen Delegierten in das Komitee entsenden kann.

§ 14. Dem Kongresse ist vorbehalten:

a) Genehmigung des Rechenschaftsberichtes, des Kassaberichtes und der Bilanz; ferner des Berichtes der Rechnungsprüfer und des Voranschlages,

b) Wahl des Hauptvorstandes,

c) Entscheidung über Anträge des Hauptvorstandes,

d) Entscheidung über sonstige Anträge von Mitgliedern, die mindestens sechs Wochen vorher beim Hauptvorstande einzubringen sind,

e) Änderungen der Satzungen,

f) Auflösung der Gesellschaft und Verfügung über ihr Vermögen.

§ 15. Jeder Kongreß bestimmt sich seine Geschäftsordnung selbst.

§ 16. Jeder ordnungsgemäß einberufene Kongreß ist beschlußfähig.

Die Beschlüsse werden, wenn die Geschäftsordnung nicht für besondere Fälle etwas anderes bestimmt, mit einfacher Stimmenmehrheit gefaßt. Bei Stimmengleichheit gilt der Antrag als gefallen; der Vorsitzende hat das Recht mitzustimmen.

Die Sektionen werden beim Kongresse durch Delegierte vertreten, deren Anzahl jede Sektion selbst bestimmt.

Stimmberechtigt sind für die Sektionen deren Delegierte und jedes Einzelmitglied. Die Stimmenabgabe kann nur persönlich am Kongresse erfolgen.

Die Verhandlungen und Ergebnisse der Kongresse, ferner die Rechenschaftsberichte sind im Vereinsorgane der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie zu publizieren.

VII. Hauptvorstand.

§ 17. Der Hauptvorstand der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie besteht aus dem Vorsitzenden, einem Stellvertreter des Vorsitzenden, zwei Schriftführern und einem Schatzmeister.

Die Wahl dieser fünf Mitglieder erfolgt in der Schlußsitzung des Kongresses mit der Funktionsdauer bis zum nächstfolgenden Kongresse.

Bis zum ersten Kongresse fungiert die Vereinsleitung der Sektion „Österreich" als Hauptvorstand.

§ 18. Wählbar in den Hauptvorstand ist jedes Mitglied der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie. Mindestens der Vorsitzende, ein Schriftführer und der Schatzmeister müssen ihren Wohnsitz im österreichischen Staatsgebiete haben.

Wird während der Funktionsperiode des Hauptvorstandes eine Stelle frei, so hat dieser das Recht, sich bis zum nächsten Kongresse durch Kooptierung zu ergänzen

§ 19. Schriftstücke und Bekanntmachungen werden vom Vorsitzenden und einem Schriftführer unterzeichnet. Urkunden, durch welche Verbindlichkeiten der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie gegen Dritte begründet werden, müssen vom Vorsitzenden, einem Schriftführer und dem Schatzmeister unterzeichnet sein.

§ 20. Der Hauptvorstand bestimmt sich die Geschäftsordnung selbst; er ist verpflichtet, über seine Sitzungen und Beschlüsse Protokoll zu führen und dieses dem nächstfolgenden Kongresse vorzulegen.

Die Beschlüsse werden, wenn die Geschäftsordnung nicht für besondere Fälle etwas anderes bestimmt, mit einfacher Stimmenmehrheit gefaßt. Der Vorsitzende hat die Abstimmung von nicht an seinem Wohnorte domizilierenden Mitgliedern des Hauptvorstandes auf schriftlichem Wege einzuholen.

Die Beschlüsse des Hauptvorstandes sind nach seinem Ermessen im Vereinsorgane bekanntzugeben.

§ 21. Der Vorsitzende hat die Internationale Gesellschaft für Photogrammetrie in allen ihren Angelegenheiten nach außen zu vertreten.

§ 22. Der Schatzmeister hat die Einkassierung der Beiträge zu besorgen, das Vermögen der Gesellschaft bis zu seiner Verwendung nutzbringend anzulegen und ist für eine geordnete Verwaltung aller Gelder verantwortlich.

§ 23. Die Mitglieder des Hauptvorstandes verwalten ihre Ämter unentgeltlich, jedoch unter Vergütung ihrer Barauslagen aus der Gesellschaftskassa.

VIII. Schiedsgericht.

§ 24. Streitigkeiten aus dem Vereinsverhältnisse werden durch ein ad hoc zu berufendes, dreigliedriges Schiedsgericht mit Stimmenmehrheit endgiltig mit Ausschluß jeder Berufung geschlichtet.

Jeder der Streitteile beruft einen Schiedsrichter, welche ihrerseits einen Dritten als Obmann wählen. Kommt hierbei eine Einigung nicht zustande, so entscheidet unter den Vorgeschlagenen das Los.

IX. Auflösung der Gesellschaft.

§ 25. Der Bestand der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie erlischt mit Auflösung der letzten Sektion, welche auch über die weitere Verwendung des Gesellschaftsvermögens zu verfügen hat.

In Österreich genehmigt von dem hohen k. k. Ministerium des Innern laut Erlaß Z. 10921 vom 31. März 1910, beziehungsweise von der hohen k. k. n.-ö. Statthalterei laut Erlaß Z. V.-1862 vom 7. April 1910.

Vereinsnachrichten der Sektion „Österreich".

Satzungen der Sektion „Österreich" mit dem Sitze in Wien.

I. Zweck.

§ 1. Zweck der Sektion ist als Zweigverein der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" die Theorie und Praxis der Photogrammetrie zu pflegen, ihre Vervollkommnung und Verbreitung zu fördern und zu ihrer Anwendung in verschiedenen Wissenszweigen beizutragen.

II. Mittel zur Erreichung des Zweckes.

§ 2. Die Mittel zur Erreichung des Zweckes sind:

a) Periodische Versammlungen der Mitglieder mit Abhaltung von Vorträgen und fachlichen Erörterungen;
b) Abhaltung von fachwissenschaftlichen Vorträgen von Mitgliedern in anderen Vereinigungen;
c) Veranstaltung von Unterrichtskursen, von Demonstrationen und von photogrammetrischen Aufnahmen für Vereinszwecke;
d) Anlage einer Bibliothek für die Mitglieder der Sektion;
e) Schaffung eines Instrumentariums für photogrammetrische Zwecke, Anlage einer Sammlung von photogrammetrischen Aufnahmen;
f) Förderung von wissenschaftlichen Untersuchungen und Bau von Versuchsinstrumenten;
g) Veröffentlichung der Verhandlungen der Sektion im Organe der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie;
h) Veranstaltung von Ausstellungen und Beteiligung an solchen.

III. Mitglieder der Sektion, ihre Rechte und Pflichten.

§ 3. Die Sektion „Österreich" besteht aus Ehrenmitgliedern, korrespondierenden Mitgliedern, Förderern und ordentlichen Mitgliedern. Mitglieder jeder Art können auch juristische Personen sein.

§ 4. Ordentliche Mitglieder können alle Freunde der Photogrammetrie werden.

Die ordentlichen Mitglieder haben das Recht, an den Versammlungen des Vereines mit beratender und beschließender Stimme teilzunehmen und Anträge zu stellen. Sie sind berechtigt, die Sammlungen der Sektion „Österreich" nach den von der Sektionsleitung festzusetzenden Grundsätzen zu benutzen, ferner zur Wahrung der Priorität, Manuskripte, Zeichnungen und Modelle bei der Sektion zu hinterlegen. Sie haben die Pflicht, den festgesetzten Mitgliedsbeitrag zu leisten und die Interessen des Vereines nach Kräften zu fördern.

Die Mitglieder der Sektion „Österreich" sind zugleich Mitglieder der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie mit allen Rechten und Pflichten dieser Mitglieder. Befinden sich in Städten außer Wien eine größere Anzahl von Mitgliedern, so sind diese berechtigt, sich als Gruppe der Sektion „Österreich" zu formieren. Diese innerhalb einer Sektion etwa sich bildenden Gruppen sind keine selbständigen Rechtsobjekte mit Vereinscharakter, sondern nur Arbeitsgruppen mit Geschäftsordnungen, die der Genehmigung der Sektionsleitungen unterliegen.

§ 5. Förderer sind jene Mitglieder, welche als einmaligen Betrag mindestens das Fünzigfache des zur Zeit ihrer Aufnahme festgesetzten Jahresbeitrages der ordentlichen

Mitglieder leisten. Sie haben die Rechte der ordentlichen Mitglieder. Im Jahresberichte sind die Förderer namentlich als solche anzuführen

§ 6. Jedes Mitglied kann die Prüfung oder Begutachtung einer neuen Erfindung oder Verbesserung in der Photogrammetrie beantragen. Über die Zulässigkeit dieses Antrages hat die Sektionsleitung zu entscheiden.

§ 7. Wer der Sektion „Österreich" als Mitglied beitreten will, muß durch zwei Mitglieder der Sektion angemeldet werden. Die Sektionsleitung hat etwaige Einwendungen, die bei ihr gegen eine angemeldete Aufnahme erhoben werden, zu prüfen, über die Frage der Aufnahme abzustimmen und das Ergebnis dieser Abstimmung der nächsten Versammlung bekanntzugeben.

Die erfolgte Aufnahme ist dem aufgenommenen Mitgliede unter Zusendung der Satzungen bekanntzugeben.

Mitglieder, welche aus einer Sektion der Internationalan Gesellschaft für Photogrammetrie ausgeschlossen wurden, dürfen nicht aufgenommen werden.

§ 8. Personen, die sich besondere Verdienste um die Photogrammetrie erworben haben, können auf Vorschlag der Sektionsleitung durch die ordentliche Jahresversammlung zu Ehrenmitgliedern oder zu korrespondierenden Mitgliedern ernannt werden.

Die Ehrenmitglieder und korrespondierenden Mitglieder sind von jeder Leistung von Beiträgen befreit und genießen alle Rechte der Förderer.

IV. Erlöschen der Mitgliedschaft.

§ 9. Die Mitgliedschaft erlischt:

a) durch freiwilligen Austritt.

Der Austritt eines Mitgliedes muß mindestens drei Monate vor Ablauf des Vereinsjahres bei der Sektionsleitung schriftlich angemeldet werden, widrigens das betreffende Mitglied zur Leistung des Mitgliedsbeitrages noch für das folgende Jahr verpflichtet ist.

Mitglieder, welche mit der Zahlung des Mitgliedsbeitrages durch ein ganzes Jahr trotz zweimaliger schriftlicher Mahnung im Verzug geblieben sind, gelten als ausgeschieden.

b) Durch Tod.

c) Durch Ausschließung.

Mitglieder, welche das Ansehen der Sektion oder der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie oder aber den Vereinszweck schädigen, können auf Antrag der Sektionsleitung durch Beschluß des Schiedsgerichtes ausgeschlossen werden.

V. Geschäftsführung.

§ 10. Die Angelegenheiten der Sektion „Österreich" werden durch die Versammlungen, die Sektionsleitung und das Schiedsgericht besorgt.

Das Vereinsjahr fällt mit dem Kalenderjahre zusammen.

VI. Versammlungen.

a) Ordentliche Jahresversammlung.

§ 11. Die ordentliche Jahresversammlung findet alljährlich im Monate Februar statt. Die Sektionsleitung bestimmt ihre Anberaumung und teilt diese den Mitgliedern unter Bekanntgabe der Tagesordnung mindestens zwei Wochen vor dem Versammlungstage mit.

Zur ordentlichen Jahresversammlung haben nur Mitglieder Zutritt.

§ 12. Die ordentliche Jahresversammlung ist beschlußfähig, wenn nebst mindestens acht Mitgliedern der Sektionsleitung noch wenigstens ein Drittel der Mitglieder der Sektion „Österreich" anwesend ist Ergibt sich Beschlußunfähigkeit, so findet eine halbe Stunde nach dem für den Beginn der ordentlichen Jahresversammlung bestimmten Termine eine neuerliche Versammlung statt, welche unter allen Umständen beschlußfähig ist.

Der ordentlichen Jahresversammlung ist vorbehalten:

a) Genehmigung des vorzulegenden Rechenschaftsberichtes, Kassaberichtes und der Bilanz; ferner des Berichtes der Rechnungsprüfer und des eventuellen Voranschlages;

b) Wahl der Sektionsleitung mit namentlicher Bezeichnung des Obmannes, zweier Obmannstellvertreter, zweier Schriftführer und eines Kassenführers;

c) Wahl zweier Rechnungsprüfer;

d) Wahl dreier Schiedsrichter und zweier Ersatzmänner;

e) Ernennung von Ehrenmitgliedern und korrespondierenden Mitgliedern nach den Bestimmungen des § 13, Absatz [illegible].

f) Entscheidung über Anträge der Sektionsleitung;

g) Entscheidung über sonstige Anträge von Mitgliedern, die mindestens acht Tage vorher bei der Sektionsleitung schriftlich einzubringen sind;

h) Änderung der Satzungen;

i) Auflösung der Sektion und Verfügung über ihr Vermögen.

§ 13. Mit Ausnahme der Punkte *e* (siehe 3. Absatz des § 13), *h* und *i* des § 12 (siehe §§ 32 bis 34) beschließt die ordentliche Jahresversammlung mit einfacher Mehrheit über jeden einzelnen Antrag.

Die Wahlen nach § 12 erfolgen durch Abgabe von Stimmzetteln (siehe § 23). Kommt bei einer Wahl eine einfache Mehrheit nicht zustande, so gelangen diejenigen, welche die meisten Stimmen erhalten haben, in die engere Wahl, und zwar in der doppelten Anzahl der zu besetzenden Stellen. Ergibt sich auch dann noch keine einfache Mehrheit, so entscheidet das Los. Für die Anzahl der in die Auslosung noch einzubeziehenden Namen gelten die gleichen Grundsätze wie für die engere Wahl.

Beschlüsse über die Ernennung von Ehrenmitgliedern und korrespondierenden Mitgliedern müssen schriftlich und mit mindestens vier Fünftel-Majorität gefaßt werden.

b) Monatsversammlungen.

§ 14. Außer der ordentlichen Jahresversammlung ist die Sektionsleitung gehalten, in den Monaten November bis inklusive Mai nach Möglichkeit Monatsversammlungen einzuberufen. In diesen Versammlungen werden laufende Angelegenheiten besprochen, Vorträge gehalten und Anträge von Mitgliedern der Behandlung und Beschlußfassung zugeführt. Die Beschlüsse werden mit einfacher Stimmenmehrheit gefaßt, wenn nicht die Satzungen anders bestimmen. Jede Monatsversammlung ist ohne Rücksicht auf die Anzahl der erschienenen Mitglieder beschlußfähig.

Zu jedem in Verhandlung stehenden Gegenstande kann jedes Mitglied Anträge stellen, welche sofort in Verhandlung zu nehmen sind. Selbständige, mit keinem Verhandlungsgegenstande in Zusammenhang stehende Anträge müssen mindestens acht Tage vor der Versammlung, in der sie besprochen werden sollen, der Sektionsleitung schriftlich zur Kenntnis gebracht werden; andernfalls werden sie vorerst einer Kommission im Sinne des § 16 zur Vorberatung zugewiesen.

§ 15. Dringlichkeitsanträge, die von mindestens 12 Mitgliedern unterfertigt sind, oder von der Mehrheit der Anwesenden unterstützt werden, müssen sofort in Verhandlung genommen werden.

§ 16. Wichtige und von der Versammlung als wichtig bezeichnete Angelegenheiten sind zur Vorberatung und Antragstellung binnen einer von der Versammlung zu bestimmenden Frist einer Kommission zuzuweisen, die zur Hälfte aus Delegierten der Sektionsleitung, zur Hälfte aus von der Versammlung selbst bestimmten Mitgliedern besteht und aus sich selbst den Vorsitzenden mit einfacher Stimmenmehrheit wählt. Kommt bei dieser Wahl einfache Stimmenmehrheit nicht zustande, so entscheidet das Los zwischen jenen zwei Mitgliedern, welche die meisten Stimmen erhalten haben.

Die Kommission ist bei Anwesenheit von mehr als der Hälfte ihrer Mitglieder beschlußfähig und faßt ihre Beschlüsse mit einfacher Stimmenmehrheit.

c) Außerordentliche Versammlungen.

§ 17. Die Sektionsleitung ist berechtigt, eine außerordentliche Versammlung mit dem Rechte einer ordentlichen Jahresversammlung einzuberufen.

§ 18. Stellt ein Drittel der Mitglieder unter Einbringung eines schriftlichen, die Gründe, den Zweck und die zu verhandelnden Gegenstände angebenden Antrages an die Sektionsleitung das Ansuchen, eine außerordentliche Versammlung einzuberufen, so hat diese binnen vier Wochen, jedoch nur innerhalb der im § 14 bezeichneten Vereinsperiode stattzufinden.

§ 19. Die Einberufung einer außerordentlichen Versammlung ist den Mitgliedern zwei Wochen vorher schriftlich, unter Mitteilung der Verhandlungsgegenstände bekanntzugeben.

§ 20. Die außerordentliche Versammlung hat sich ausschließlich auf die Verhandlung jener Angelegenheiten zu beschränken, aus deren Anlaß sie einberufen wurde. In Betreff der Beschlußfähigkeit und Beschlußfassung gelten die Vorschriften der §§ 12 und 13.

VII. Vereinsleitung.

§ 21. Die Leitung der Sektion „Österreich" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie besteht aus sechs Vorstandsmitgliedern und neun Ausschußmitgliedern. Die Vorstandsmitglieder werden nach den Bestimmungen des § 12 ad *b)* für die Dauer eines Jahres gewählt, und ist nach Ablauf dieser Zeit ihre Wiederwahl statthaft.

Die Ausschußmitglieder werden für die Dauer dreier Jahre gewählt. In jedem Jahre scheiden je drei Mitglieder aus der Sektionsleitung, und ist auch deren Wiederwahl zulässig. In den ersten beiden Jahren werden jene ausscheidenden Mitglieder, welche im ersten Jahre in die Vereinsleitung gewählt wurden, durch das Los bestimmt.

Die beiden Rechnungsprufer werden jedes Jahr neu gewählt, eine Wiederwahl derselben für das nächste Jahr ist jedoch nicht statthaft.

§ 22. Wählbar in die Sektionsleitung ist jedes Mitglied, das seinen ständigen Wohnsitz in Wien oder in dessen nächster Umgebung hat. Wird während des Vereinsjahres eine

Stelle frei, so hat die Sektionsleitung das Recht, sich bis zur nächsten Jahresversammlung durch Kooptierung zu ergänzen.

§ 23. Die Stimmzettel zur Wahl sind den Mitgliedern bei Eintritt in das Lokal der Jahresversammlung gegen Vorweisung der Mitgliedskarte einzuhändigen. Nur diese Stimmzettel sind giltig. Die Stimmenabgabe zur Wahl erfolgt persönlich.

Die Sektionsleitung kann einen Wahlvorschlag machen. Erfolgt aus der Mitte der Mitglieder die Anmeldung oder Aufstellung von Kandidaturen, so sind diese der Sektionsleitung mindestens acht Tage vor dem Wahltage mitzuteilen und in diesem Falle dem Wahlvorschlage der Sektionsleitung mit der Bezeichnung „Wahlvorschlag aus der Mitte der Mitglieder" beizudrucken.

§ 24. Der Obmann ist zugleich Vorsitzender der Sektionsleitung. Er vertritt die Sektion „Österreich" nach außen, vollzieht die Beschlüsse der Versammlungen und der Sektionsleitung, überwacht die Befolgung der Satzungen und leitet die Geschäftsführung. Er beruft die Sektionsversammlungen und die Sitzungen der Sektionsleitung ein, führt den Vorsitz in diesen Versammlungen und Sitzungen, bestimmt die Reihenfolge der Verhandlungsgegenstände und verkündet die gefaßten Beschlüsse.

Im Verhinderungsfalle gehen seine Rechte und Pflichten auf einen seiner Stellvertreter über und, wenn auch diese verhindert sind, auf das an Jahren älteste Mitglied der Sektionsleitung.

§ 25. Die Sitzungen der Sektionsleitung werden vom Obmanne nach Bedarf einberufen. Außerdem muß die Einberufung einer Sitzung der Sektionsleitung binnen acht Tagen erfolgen, wenn dies von mindestens fünf ihrer Mitglieder in einer von ihnen unterzeichneten Eingabe an den Obmann unter Angabe der Gründe der Einberufung und des Zweckes der Sitzung verlangt wird.

§ 26. Zur Beschlußfähigkeit einer Sitzung der Sektionsleitung ist die Anwesenheit von mindestens acht ihrer Mitglieder erforderlich. Bleibt ein Mitglied der Sektionsleitung von drei Sitzungen hintereinander unentschuldigt aus, so verliert es seine Stelle in der Sektionsleitung.

Die Sektionsleitung entwirft sich ihre Geschäftsordnung selbst. Ihre Beschlüsse werden mit einfacher Stimmenmehrheit gefaßt. Bei Stimmengleichheit gilt der jeweilige Antrag als abgelehnt, jedoch kann die Geschäftsordnung für gewisse Fälle auch besondere Abstimmungsvorschriften festsetzen.

§ 27. Schriftstücke und Bekanntmachungen werden im allgemeinen vom Obmanne und entweder einem Schriftführer oder dem Kassenführer unterzeichnet. Urkunden, durch welche Verbindlichkeiten der Sektion „Österreich" gegen Dritte begründet werden sollen, müssen vom Obmanne, dem Kassenführer und einem dritten Mitgliede der Sektionsleitung unterzeichnet sein.

§ 28. Über die Verhandlung der Sektionsversammlungen sowie der Sitzungen der Sektionsleitung werden Protokolle geführt, welche von dem verfassenden Schriftführer zu unterzeichen und nach der jeweils in der nächstfolgenden Versammlung, beziehungsweise Sitzung vorzunehmenden Genehmigung oder Berichtigung von dem Vorsitzenden zu verifizieren sind.

Die Protokolle haben in der Versammlung oder Sitzung, in welcher sie zur Genehmigung vorgelegt werden, zur Einsicht aufzuliegen.

§ 29. Der Kassenführer hat die Einkassierung der Beträge von den Mitgliedern zu veranlassen, das Sektionsvermögen bis zu seiner Verwendung nutzbringend anzulegen und ist für die sichere Verwahrung und die geordnete Verwaltung aller Gelder, welche die Sektion besitzt oder verwaltet, verantwortlich. Er hat hierüber der ordentlichen Jahresversammlung Bericht zu erstatten, die Bilanzen aufzustellen und wenn möglich, im Einvernehmen mit der Sektionsleitung den Voranschlag zu verfassen. Er ist der Sektionsleitung sowie der ordentlichen Jahresversammlung für seine Geschäftsführung verantwortlich.

VIII. Schiedsgericht.

§ 30. Streitigkeiten, die aus dem Vereinsverhältnisse der Sektion „Österreich" entspringen, ferner Anträge der Sektionsleitung auf Ausschließung eines Mitgliedes (§ 9) werden durch das Schiedsgericht mit Ausschluß jeder Berufung entschieden.

Das Schiedsgericht besteht aus drei der Sektionsleitung nicht angehörenden Mitgliedern, die nebst zwei Ersatzmännern durch die ordentliche Jahresversammlung aus der Zahl der ordentlichen, in Wien oder dessen nächster Umgebung domizilierenden Mitgliedern für ein Jahr bestimmt werden und nach Ablauf dieser Zeit wieder wählbar sind.

Ein Ersatzmann wird nur dann einberufen, wenn ein Mitglied verhindert, oder nach Ermessen der beiden anderen Schiedsrichter oder eines der streitenden Teile abzulehnen ist.

§ 31. Das Schiedsgericht wählt von Fall zu Fall den Obmann aus seiner Mitte. Kommt eine Einigung nicht zustande, so entscheidet das Los.

IX. Änderung der Satzungen.

§ 32. Anträge und Änderungen der Satzungen müssen, wenn sie nicht von der Sektionsleitung ausgehen, von wenigstens einem Viertel der Mitglieder schriftlich unterstützt und unter Einhaltung der in den §§ 12 *g* und 14, Absatz 2, bestimmten Fristen bei der Sektionsleitung eingebracht werden. Rechtzeitig eingebrachte Anträge sind in der nächsten, verspätete in der zweitnächsten Versammlung zur Verlesung zu bringen und einer elfgliederigen Kommission zur Vorberatung zu überweisen. Sechs Mitglieder dieser Kommission bestimmt die Sektionsleitung, fünf die Versammlung. Die Kommission ist bei Anwesenheit von sieben Mitgliedern beschlußfähig und wählt sich im Sinne des § 16 ihren Vorsitzenden selbst aus ihrer Mitte. Die Kommission faßt ihre Beschlüsse mit einfacher Stimmenmehrheit. Bei Stimmengleichheit gilt der Antrag als gefallen; der Vorsitzende hat das Recht mitzustimmen.

Der Antrag der Kommission ist spätestens drei Wochen nach erfolgter Wahl der Kommission der Sektionsleitung vorzulegen und sodann entweder in der nächsten Versammlung oder in einer eigens zu diesem Zwecke einberufenen Versammlung, die spätestens 14 Tage nach Vorlage des Kommissionsantrages stattzufinden hat, der Beschlußfassung zuzuführen.

§ 33. Beschlüsse über Änderung der Satzungen müssen mit mindestens zwei Drittel der Stimmen der Erschienenen gefaßt werden.

X. Auflösung der Sektion „Österreich".

§ 34. Für die Auflösung der Sektion „Österreich" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie gelten in bezug auf Antragstellung und Abstimmung die in den §§ 22 und 33 bezüglich der Satzungsänderung gegebenen Bestimmungen, nur mit dem Unterschiede, daß der Beschluß mit mindestens drei Viertel der Stimmen der erschienenen Mitglieder gefaßt sein muß.

Über die weitere Verwendung des Sektionsvermögens und die Verwaltung von Stiftungen, die bis dahin von der Sektion „Österreich" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie verwaltet wurden, wird in gleicher Weise entschieden, hinsichtlich der letzteren vorbehaltlich der endgiltigen Entscheidung der Stiftungsbehörde. Kommt ein solcher Beschluß nicht zustande, so wird das Vermögen der Sektion „Österreich" samt den Stiftungen der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, im Ablehnungsfalle dem Institute für Photogrammetrie an der k. k. Technischen Hochschule in Wien zur Verwendung für gleiche Zwecke, beziehungsweise zur Verwaltung zugewiesen.

Genehmigt von der hohen k. k. n.-ö. Statthalterei laut Erlaß Z. V.-1361 vom 11. April 1910.

Mitgliederliste der Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

1. J. Adamczik, o. ö. Professor an der k. k. deutschen techn. Hochschule in Prag.
2. L. Andres, k. u. k. Hauptmann und Leiter der geodät. Abteilung des k. u. k. Militärgeographischen Institutes in Wien, VIII, Landesgerichtsstraße 7.
3. Dr. C. Bodenstein, k. k. Regierungsrat und a. ö. Professor a. d. technischen Hochschule in Wien, IV, Karlsplatz 13.
4. Dr. E. Brückner o. ö. Universitätsprofessor in Wien, III., Baumanngasse 8.
5. Karl Christofori k. u. k. Hauptmann im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien, VIII.
6. R. Dammer, Architekt, Wien, IV., Heugasse 74.
7. Direktion der k. k. Hof- u. Staatsdruckerei, Wien, III., Rennweg.
8. Dittmeyer Franz, k. u. k. Oberleutnant im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.
9. Dekaupil Roman, Techn. Offizial im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.
10. Dr. Th. Dokulil, k. k. Adjunkt an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, IV.
11. Doležal Eduard, o. ö. Professor der Geodäsie an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, IV., Mühlgasse 26.
12. Dr. M. Dwořak, o. ö. Universitätsprofesser in Wien, Mitglied der k. k. Zentralkommission für Kunst und histor. Denkmale in Wien, VIII., Langegasse 49.
13. K. u. k. Eisenbahn- u. Telegraphenregiment, Offizierskorps, Korneuburg.
14. Dr. Franz Eichberg, k. k. Polizei-Oberkommissär, Wien, I., Rathausstraße 21.
15. E. Engel, k. k. Evidenzhaltungs-Oberinspektor, Leiter des Triangulierungs- und Kalkul-Bureaux, Honorar-Dozent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien, III., Barichgasse 1.

15a. Otto Frank, Kommandant des k. u. k. Militärgeographischen Institutes, Wien

16. Fourcade G. H., Forstingenieur, Afrika, Kapstadt.
17. Otto Fromme, k. k. Hof-Verlagsbuchhändler, Wien, V., Nikolsdorfergasse 7 11.
18. Gebrüder Fromme, Mathematisch-mechanisches Institut, Wien, XVIII., Herbeckstraße 27.
19 C. Gärtner, k. k. Inspektor im k. k. Eisenbahnministerium, Wien, I., Elisabethstraße 8.
20 F. Gaudernak, Ingenieur, Wien, IV., Schäffergasse 21.
21. Michael Gaubatz, k. k. Professor an der k. k. Staatsoberrealschule im XV. Wiener Bezirke.
22. Otto A. Ganser, Math.-mech. Institut, Wien, VII., Neustiftgasse 94.
23. R. A. Goldmann, Besitzer der photographischen Manufaktur, Wien, IV., Viktorgasse 14.
24. Julius Gregor, k. u. k. Hauptmann im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.
25. Dr. L. Günther, Privatgelehrter, Berlin, West-Friedenau, Lefevrestraße 3.
26. Dr. A. Haerpfer, k. k. Ingenieur und Privatdozent an der k. k. deutschen techn. Hochschule in Prag, Heinrichgasse 9.
27. Hubert Häßler, Ingenieur, Wien, IV., Johann Straußgasse 26.
28. Franz Hafferl, Beh. autor. Bauingenieur und Bauunternehmer, Wien, IV., Paniglgasse 6.
29. Julius Hahn, cand. Architekt, k. k. techn. Hochschule in Wien, IV.
30. Th. Hartwig, k. k. Realschulprofessor, Wien, XVIII., Gymnasiumstraße 64.
31. Hinterstoißer, k. u. k. Hauptmann, Kommandant der milit.-aeronaut. Anstalt, Wien, X., k. k. Arsenal.
32. Dr. Hellebrand, a. o. Professor an der Hochschule für Bodenkultur, Wien, XVIII., Hochschulstraße 17.
33. S. Hoffner, Ingenieur, Wien, IV., Schäffergasse 21.
34. Dr. K. Holey, Architekt, Sekretär der k. k. Zentral-Kommission für Erhaltung histor. und Kunstdenkmäler, Wien, IV., Theresianum, Favoritenstraße.
35. Arthur Baron Hübl, k. u. k. Generalmajor, k. u. k. Militärgeographisches Institut in Wien.
36. Dr. Heinrich Jaschke, Assistent der k. k. Universitätssternwarte, Wien, XVIII., Türkenschanzstraße 17.
37. Dr. G. Jäger, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, IV.
38. W. Jedynakiewicz, k. u. k. Oberstleutnant i. R., Wien, III., Veithgasse 2.
39. Dr. Arnold Karplus, Architekt, Wien, VIII., Hamerlingplatz 8.
40. Klemens M. Kattner, Architekt, Sekretär der „Wiener Bauhütte" und Ehrenmitglied der „Wiener Bauhütte", Wien, III., Rennweg 28.
41. J. Khu, k. u. k. Major des Eisenbahn- und Telegraphenregiments i. R., Wien, XVIII., Gymnasiumstraße 27.
42. A. Klingatsch, dipl. Ingenieur, o. ö. Professor an der k. k. techn Hochschule in Graz.
43. Karl Kratochwil, Direktor und Fachlehrer, Wien, VIII., Lerchenfelderstraße 124.
44. W. Korelin, Eisenbahn-Bauingenier, Rußland, Tiflis, Elisabenthinsky Prospekt 77.
45. Friedrich Kovařik, Technischer Offizial, k. u. k. Militärgeographisches Institut, Wien.
46. Dr. K. Kostersitz, Oberlandesrat, Wien, III., Reisnerstraße 32.
47. J. Kratky, k. u. k. Major im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.
48. Z. Kral, k. k. Professor an der k. k. Montanistischen Hochschule in Přibram, Böhmen.
49. Ch. Korusopulus, Oberleutnant der griechischen Armee, Wien, k. u. k. Militärgeographisches Institut in Wien.
50. Richard Langer, Bauinspektor des Wiener Stadtbauamtes, I.
51. Dr. W. Láska, o. ö. Professor an der k. k. böhm. Universität in Prag.
52. W. Laufer, Beh. aut. Bauingenieur, Czernowitz, Fialagasse 2.
53. Karl Lego, k. k. Evidenzhaltungseleve, Tirol, Bregenz.
54. Johann Lehner, k. u. k. Hauptmannn im k. u. k. Militärgeographischen Institute, Wien.
55. Dr. Hans Löschner, o. ö. Professor an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Brünn.
56. Dr. Marcuse, Universitätsprofessor in Berlin.
57. Ludwig Mielichhofer, beh. aut. Zivil-Geometer, Wien, IV., Hadikgasse.
58. Ludwig Merbeller, k. k. Bauadjunkt, Innsbruck, k. k. Statthalterei.
59. Georg Meznik, Assistent an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, IV.
60. Dr. C. Müller, o. ö. Professor an der landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf, Deutschland.
61. W. Müller, Kommerzialrat, Besitzer einer photographischen Manufaktur, Wien, I., Graben 31.
62. Felix Neuffer, k. u. k. Linienschiffs-Leutnant a. D. Wien, IX., Ferstelgasse 1.
63. G. Otto, Vertreter der Firma Carl Zeiss in Jena, Wien, IX., Ferstelgasse 1.
64. Eduard Ritter v. Orel, k. u. k. Oberleutnant im k. u. k. Militärgeographischen Institute in Wien.

65. J. Pachnik, k. k. Oberbaurat der Wasserstraßen-Direktion, Wien, XIX., Pyrkergasse 11.
66. Paganini Pio, Ingenieur-Geograph des Militärgeographischen Institutes in Florenz, Italien.
67. Dr. Karl Peucker, Kartograph, Wien, I., Kohlmarkt 9.
68. Dr. A. Penther, Kustos am naturhistorischen Hofmuseum, Wien, I., Graben 28.
69. Dr. techn. L. Pernt, k. k. Baukommissär der k. k. Eisenbahnbaudirektion, Wien, I., k. k. Eisenbahnministerium.
70. F. Pichler, Tech. Vorstand, Leiter der photogr. Abteilung im k. u. k. Militärgeographischen Institute, Wien.
71. Vinzenz Pollak, Inspektor i. R., Honorar-Dozent an der Technischen Hochschule, Wien, III., Barmherzigenstraße 18
72. Dr. A. Prey, Universitätsprofessor, Innsbruck, Sternwarte.
73. Albert Prochazka, Assistent an der k. k. Technischen Hochschule in Wien, IV.
74. J. Putz, k. u. k. Hauptmann des Eisenbahn- und Telegraphenregiments, Korneuburg.
75. Emanuel Rindl, Beh. aut. Bauingenieur, Wien, V., Grüngasse 13.
76. Hans Rohn, akad. Maler, Wien, VII., Neubaugürtel 42.
77. Rudolf Rost, Teilhaber der Firma „Rud. u. Aug. Rost", Wien, XV., Märzstraße 7.
78. A. Rost, Firma „Rud. u. Aug. Rost", math.-mech. Institut, Wien, XV., Märzstraße 7.
78a. F. Steiglehner, Technischer Aspirant im k. u. k. Militärgeographischen Institute, Wien, VIII., Josefstädterstraße 51.
79. Theod. Tapla, o. ö. Professor an der Hochschule für Bodenkultur, Wien, XVIII., Hochschulstraße 17.
80. F. Tauber, k. u. k. Hauptmann, zugeteilt der k. u. k. milit.-aeronaut. Anstalt in Wien, X., k. k. Arsenal.
81. R. Thiele, Russischer Staatsrat, Ingenieur, Rußland, Moskau, Große Grusinskaja 31.
82. Anton Tichy, Oberinspektor der k. k österr. Staatsbahnen, Wien, I., k. k. Eisenbahnministerium.
83. Dr. J. Torroja, Bauingenieur, Spanien, Madrid, Requena 9.
84. Ignaz Tschamler, k. u. k. techn. Oberoffizial im k. u. k. Militärgeographischen Institute, Wien, VIII., Stolzenthalergasse 26.
85. Säger u. Woerner, Bauunternehmer, Bayern, München, Lenbachplatz.
86. Max Samec, Besitzer der „Photograph. Manufaktur", Krain, Bad Stein.
87. Schlossarek v. Trautenwall, k. u. k. Oberleutnant im k. u. k. Militärgeographischen Institute, Wien.
88. Theodor Schmid, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule, Wien, IV.
89. Dr. A. Schlein, k. k. Adjunkt der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik in Wien, XIX., Hohe Warte 38.
90. F. Schiffner, k. k. Regierungsrat, k. k. Direktor der k. k. Staatsoberrealschule im II. Wiener Bezirke, Wien, II., Schüttelstraße 19 D.
91. Oskar Simony, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur, Wien, XIX., Türkenschanzstraße 19.
92. Alfons Spittler, k. u. k. techn. Offizial im k. u. k. Militärgeographischen Institute, Wien, XII., Wertheimsteingasse 21.
93. Josef Spellak, Beh. autor. Geometer, Wien, XIII., Hadikgasse 72.
94. Sergius Solowjeff, o. Professor für Geodäsie, Insp. der Kaiserl. Moskauer Ingenieurschule, Moskau, Konstantinovskij, Meżewoj-Institut.
95. W. Solowjeff, Oberstleutnant, Nikolsk, Nisuripk in Sibirien.
96. Siegfr. Stern, Architekt, Wien, I., Köllnerhofgasse 1.
97. Sergej Alexejewitsch Uljanin, Oberstlieutenant und Kommandant der Offiziers-Luftschifferabteilung in St. Petersburg, Rußland.
98. Dr. A. Wächter, k. u. k. technischer Rat, Wien, IV., Margaretenstraße 7.
99. Dr. Franz Wähner, o. ö. Professor an der k. k. deutschen technischen Hochschule in Prag.
100. F. Wang, k. k. Ministerialrat im k. k. Ackerbauministerium, a. o. Professor an der Hochschule für Bodenkultur, Wien, I., Liebiggasse 5.
101. Friedr. Weigl, Kulturingenieur, Assistent an der k. k. Hochschule für Bodenkultur, Wien, XVII., Arltgasse 50.
102. S. Wellisch, Bauinspektor des Wiener Stadtbauamtes, Wien, XIII., Jenullgasse 1.
103. Karl Wollen, k. u. k. techn. Offizial im k. u. k. Militärgeographischen Institute, Wien, VIII., Bennoplatz 8.
104. Nicolai Wasiliewitsch Wolkoff, Artillerie-Kapitaine, Rußland, St. Petersburg.
105. Wasily Feodorowitsch Naidjenoff, Ingenieur-Oberstleutnant, Rußland, St. Petersburg, Fontanka 24.
106. Firma Karl Zeiss, Firma für optische Instrumente, Jena

Internationaler Kongreß für Photogrammetrie.

In den Satzungen § 13 der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" heißt es wörtlich:

> „Die Versammlungen der Gesellschaft finden in Form von internationalen Kongressen statt.
>
> Auf jedem Kongresse wird Zeit und Ort des nächstfolgenden Kongresses bestimmt. (Der erste derartige Kongreß wird, wenn der Hauptvorstand keine andere Verfügung trifft, im Jahre 1911 in Wien tagen) usw."

Der Ausschuß der Sektion „Österreich" hat sich schon vor längerer Zeit mit der Frage des ersten Kongresses beschäftigt und es wurde ein Komitee (vorbereitender Ausschuß), bestehend aus den Herren: Dr. Th. Dokulil, Oberleutnant E. v. Orel und G. Otto gewählt, welches die erforderlichen Vorstudien anstellen und insbesondere sich orientieren sollte, ob das Abhalten eines Kongresses im Jahre 1911 in Wien einen Erfolg versprechen würde, da man durch die zahlreichen Kongresse und Ausstellungen, welche gerade in dem Jahre 1911 in Italien und zwar in Rom, Turin, Florenz etc. abgehalten werden, eine bedeutende Ablenkung der Interessenten aus den Kreisen der Geographen, Architekten, Kunstforscher, Luftschiffer usw. mit Recht zu befürchten glaubte.

Das Komitee hat nun ein Rundschreiben folgenden Inhaltes an die bekannten Interessenten für Photogrammetrie in Deutschland, Frankreich, Italien, Rußland, Österreich, Amerika usw. versendet. Rundschreiben:

Euer Hochwohlgeboren!

Laut Statuten der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie soll im Jahre 1911 der erste internationale Kongreß für Photogrammetrie in Wien stattfinden.

Um den p. t. Interessenten Gelegenheit zu geben, ihre Wünsche bezüglich Zeit oder dergleichen äußern zu können, bittet der vorbereitende Ausschuß Euer Hochwohlgeboren um Beantwortung der auf beigegebenem Formulare verzeichneten Fragen.

Es wird höflichst ersucht, den ausgefüllten Fragebogen bis höchstens 1. Mai l. J. zur Absendung zu bringen.

Für den Ausschuß:

Dr. Th. Dokulil m. p. G. Otto m. p.
E. v. Orel m. p. Prof. E. Doležal m. p.

Anmerkung. Der Internationale Geographenkongreß findet heuer am 15. bis 22. Oktober in Rom statt und erscheint uns die Zeit vor eventuell nach diesem Zeitpunkte für die Einberufung des Internationalen Kongresses für Photogrammetrie als die geeignetste.

Fragebogen:

1. Erscheint ihnen die Einberufung eines allgemeinen Internationalen Kongresses für Photogrammetrie in diesem Jahre zweckmäßig?
2. Werden Sie an diesem Kongresse teilnehmen?
3. Würden Sie sich eventuell mit Vorträgen oder Demonstrationen am Kongresse beteiligen?
4. Welcher Zeitpunkt erscheint Ihnen am geeignetsten für die Abhaltung des Kongresses?

Name: Adresse:

Das Resultat dieser Umfrage zu den vorstehenden vier Punkten geht dahin:

1. Daß die Einberufung eines Kongresses für 1911 nicht zweckmäßig wäre,
2. daß die Beteiligung eine gute sein wird,
3. daß die Beteiligung an Vorträgen und Demonstrationen eine erfreuliche ist und
4. daß das Jahr 1912 und zwar der Spätherbst als der geeignetste Zeitpunkt für die Abhaltung des ersten Internationalen Kongresses in Wien gewünscht wird.

Der Ausschuß der Sektion „Österreich", welchem die Einleitung all der Arbeiten obliegt, die gewiß keine geringen sein werden, wird sich noch im Herbste d. J. ernstlich mit der Fülle von Fragen beschäftigen müssen, welche bei Durchführung einer so großen Veranstaltung sich aufdrängen. Die Entschlüsse der Sektion „Österreich" werden im I. Hefte des III. Bandes des „Internationalen Archivs für Photogrammetrie" bekanntgegeben werden.

Genauigkeitsuntersuchungen in der „Photographischen Meßkunst".

Im Monate Februar d. J. wurde in der Monatsversammlung der Sektion „Österreich" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" vom Vereinsmitgliede A. Tichý, Oberinspektor der k. k. österreichischen Staatsbahnen dem Ausschusse ein Schriftstück nachstehenden Inhaltes übergeben:

Zweifacher Antrag,

seitens des Gefertigten der Sektion „Österreich" der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie zur Beachtung empfohlen.

Welchen Genauigkeitsgrades die Stereophotogrammetrie eigentlich fähig ist, hat meines Wissens noch niemand einwandfrei bewiesen. Es werden darüber nur unkontrollierbare Meinungen verbreitet und leider oft sogar geglaubt. Das sind Zustände, wie sie nicht sein sollten. Sie sind den Zielen und Zwecken der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie nicht zuträglich und eben deshalb wäre es im fortschrittlichen Interesse opportun, wenn sobald als tunlich rigorose, praktische Versuche durchgeführt werden wollten und könnten, welche geeignet wären, allen Illusionen, Übertreibungen und Zweifel ein definitives Ende zu bereiten. Es wäre dann einerseits niemand mehr angewiesen, zu Selbstbelehrungszwecken etwa von seiner Leichtgläubigkeit Gebrauch zu machen, und anderseits hätte es auch niemand mehr nötig, unbewiesene photogrammetrische Genauigkeitsberichte zu verbreiten und dabei sich in Bedenken zu ergehen, ob man ihm das auch glaubt.

Zur gründlichen Erreichung des in Rede stehenden Zweckes wären vorerst rationelle vergleichende Meßversuche am Felde und dann solche im Bureau, im Wege rationeller Verarbeitung der am Felde gewonnenen Photogramme auf Schichtenpläne, durchzuführen.

1. Die Meßversuche am Felde betreffend: Als dem Gefertigten augenscheinlich bekanntes, bestgeeignetes Versuchsterrain wäre ein Teil der Martinswand — so klein als möglich und so groß als nötig — erst nach einer den Beweis ihrer Exaktheit involvierenden, präzisionstachymetrischen Methode aufzunehmen; was eventuell der Gefertigte einwandfrei zu leisten erbötig wäre. Dann sollten drei miteinander in keinerlei Rapport stehende, solche Personen kommen, welche über reichliche praktische Erfahrung verfügen und einer nach dem anderen die nämliche Terrainpartie stereophotogrammetrisch aufnehmen.

2. Die Auftragungsversuche betreffend; Fürs erste entsteht jener Schichtenplan, welcher aus der präzisionstachymetrischen Aufnahme resultiert und als authentische, exakte Darstellung des aufgenommenen Terrains zu erachten wäre. Dann kommen die Photogramme des ersten Meisters an die Reihe und aus diesen stellen die drei Meister nacheinander und unabhängig voneinander mittels des v. Orelschen Apparates je einen Schichtenplan her. Ferner derselbe Vorgang nach den Photogrammen des zweiten und endlich noch jenen des dritten Meisters.

*

Auf diese Weise werden neue Exemplare des aus drei photogrammetrischen Aufnahmen herauskonstruierten Schichtplanes erlangt, welche sowohl untereinander als auch mit dem aus Präzisionstachymetrie hervorgegangenen, authentischen Schichtenplane verglichen werden und täuschungsfrei Aufschluß geben können, was die Stereophotogrammetrie überhaupt und was der v. Orelsche Auftragsapparat insbesonders zu leisten imstande ist. Und niemand brauchte mehr in solchem Belange etwas zu glauben oder sich dagegen skeptisch ablehnend zu verhalten; denn ein für allemal wäre da bewiesen, was mit der stereophotogrammetrischen Aufnahme am Felde und was mit dem v. Orelschen Auftragsapparate im Bureau zu erreichen möglich ist.

Hoffentlich wird Gefertigter mit seiner Ansicht, daß die Absolvierung solcher Versuche eine hochwichtige Etappe in der Wirksamkeit der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie bedeutet, keiner Meinungsverschiedenheit begegnen.

Wien, den 24. Februar 1911.

Das Vereinsmitglied:
A. Tichy,
Oberinspektor der k. k. österr. Staatsbahnen.

Diese wohlbegründeten Anträge des verehrten Vereinsmitgliedes bildeten den Gegenstand eingehender Verhandlungen im Ausschusse der Gesellschaft und auch in der Generalversammlung im Monate April, wo sich eine sehr interessante Debatte über die vorstehenden Anträge entwickelt hat und mit Stimmeneinhelligkeit die unbedingte und dringende Notwendigkeit festgestellt wurde, Versuche über die „Genauigkeit photogrammetrischer Messungen" durchzuführen.

Einem Komitee, bestehend aus den Ausschußmitgliedern:

Prof. E. Doležal, Dr. Th. Dokulil und Oberleutnant E. v. Orel wurde die Aufgabe übertragen, sich mit dieser interessanten und gewiß dankenswerten Aufgabe zu beschäftigen und seinerzeit der Gesellschaft einen eingehenden Bericht über das Resultat der bezüglichen Untersuchungen zu erstatten.

Vereinsnachrichten der Sektion „Deutschland".

Zur Gründung der Sektion „Deutschland."

Anläßlich des I. Pulfrichschen Kurses für Stereophotogrammetrie in Jena im Oktober 1909 hatten sich einige Kursteilnehmer zusammengefunden, welche sich die Aufgabe stellten, das in Jena konzentrierte Interesse für das photomechanische Meßverfahren bei den Teilnehmern auch nach ihrem Weggange von Jena dauernd zu erhalten.

Diese Absicht konnte am besten durch Gründung einer Vereinigung erreicht werden.

Es fand auch diese Idee bei den Kursteilnehmern eine so günstige Aufnahme, daß 33 Herren sich zum Beitritte bereit erklärten.

Nur allgemeine Normen, die Beitragshöhe, die Schaffung eines Vereinsorganes, die Festlegung des Sitzes der Vereinigung Darmstadt war bestimmt, die Ausführung und die weitere Konstituierung dagegen war dem Untergefertigten überlassen.

Zunächst war ein möglichst enger Anschluß an die in Österreich bestehende Gesellschaft für Photogrammetrie zu erstreben. Im Laufe der Verhandlungen mit ihrem Obmanne, Herrn Prof. Doležal, Wien, erfolgte in Rücksicht auf unsere Gründung in Deutschland und auf gewisse Vorarbeiten in anderen Ländern der Ausbau der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie zur Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie. Da wir in Jena seinerzeit im Prinzipe unsere Beitragshöhe darin festgelegt hatten, daß wir M. 10.— höchstens M. 15.— Jahresbeitrag erheben wollten, so stieß ich sofort mit der Frage nach dem Vereinsorgane auf sehr große Schwierigkeiten. Das bestehende Archiv der Österreichischen Gesellschaft war wegen des doppelt so hohen Preises für unsere Vereinigung als Vereinsorgan ausgeschlossen. Infolgedessen suchte ich zunächst Anschluß an eine geodätische Zeitschrift, die unsere Vereinsmitteilungen und die wissenschaftlichen Beiträge unserer Mitglieder bringen und als Separatabzüge uns zugehen lassen sollte.

Diesbezügliche Verhandlungen mit der Zeitschrift des Vereins der höheren Bayrischen Vermessungsbeamten (Herrn Bezirksgeometer Vogel-Wolfratshausen) ergaben die Zusage, daß Mitteilungen und Aufsätze über die Photogrammetrie und ähnliche Wissenszweige als Erweiterungen des Programmes in der Vereinszeitschrift aufgenommen würden. Doch war in diesem Falle der enge Anschluß an die Muttersektion Österreich gefährdet, da wir zwei verschiedene Vereinsorgane in diesem Falle gehabt hätten. Der Gedanke zwei geodätische Fachblätter zu vereinigen und durch unser Programm in offizieller Weise zu erweitern, ließ sich leider nicht verwirklichen.

Unterdessen waren auch bei der Österreichischen Sektion durch die Erweiterung zur Internationalen Gesellschaft dieselben Schwierigkeiten wegen eines geeigneten Vereinsorganes entstanden.

Nur durch Loslösung vom bisherigen Verlage konnte in dieser Frage Wandel geschaffen werden. Es zielten daher alle Verhandlungen darauf ab, daß uns die Muttersektion ein Organ schaffe, das für unsere Beitragspflicht erschwinglich war. Ehe dieses Ziel nicht erreicht war, konnten wir nicht in die Öffentlichkeit treten.

Unterdessen hatte unser Mitgliederkreis infolge eifriger Werbung sich wesentlich vergrößert, so daß die Aussicht, mit vereinten Kräften das Archiv als Vereinsorgan zu erhalten, beständig gewachsen war.

Den fortgesetzten Bemühungen des Herrn Prof. Doležal war es dann auch nach langwierigen Verhandlungen gelungen, das Archiv in den eigenen Verlage der Internationalen Gesellschaft zu bekommen, und hiermit war auch die Möglichkeit geschaffen, mit der seinerzeit in Jena vorgeschlagenen Beitragshöhe der Sektion Deutschland das Archiv als Vereinsorgan zu sichern. Ende Juni kamen diese Verhandlungen glücklich zum Abschlusse, so daß endlich nach zweijährigem latentem Bestehen die Sektion Deutschland mit der bei ihrer Gründung festgesetzten Bestimmungen in die Öffentlichkeit treten konnte.

Es ergeht nunmehr an alle Mitglieder die Bitte, durch eifriges Werben unserer Sektion neue Freunde der Photogrammetrie zuzuführen, vor allem auch in unserem Vereinsorgane alle die Erfahrungen auf dem Gebiete der Photogrammetrie sowohl in theoretischer als auch in praktischer Hinsicht zur allgemeinen Kenntnis durch Aufsätze zu bringen, damit die Methoden sich allmählich vereinfachen und der Instrumentenbau einheitlichen in der Praxis jederzeit sich bewährenden Instrumententypen zustrebe. Auf diese Weise wird dann von Tag zu Tag in der Ingenieur-, Gelehrten- und Forscherwelt unser Anhängerkreis stetig wachsen. Der kleinste Beitrag aus der Praxis kann manchem unter uns von Nutzen sein und unserem Ziele dienen, die Vervollkommnung und Verbreitung der Photogrammetrie zu fördern.

Dr. M. Gasser.

Satzungen der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

I. Zweck.

§ 1. Zweck der Sektion ist, als Zweigverein der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie" die Theorie und Praxis der Photogrammetrie zu pflegen, ihre Vervollkommnung und Verbreitung zu fördern.

II. Mittel zur Erreichung des Zweckes.

§ 2. Der Zweck soll erreicht werden:

a) durch Schaffung eines gemeinsamen Vereinsorganes,

b) durch Vorträge in Ingenieurkreisen,

c) durch Anwendung der Methode bei Ingenieurarbeiten,
d) durch Zusammenkünfte.

Literarische Beiträge der Mitglieder, welche für das Vereinsorgan bestimmt sind, sind dem Vorstande einzusenden, der sie mit den übrigen Vereinsnachrichten, der Redaktion nach Wien weitergibt.

III. Mitglieder der Sektion, ihre Rechte und Pflichten.

§ 3. Die Sektion Deutschland besteht aus Ehrenmitgliedern, korrespondierenden Mitgliedern, Förderern und ordentlichen Mitgliedern. Mitglieder können auch juristische Personen, Institute und Behörden werden.

§ 4. Ordentliche Mitglieder können alle Freunde der Photogrammetrie werden. Sie haben das Recht, an den Versammlungen mit beratender und beschließender Stimme teilzunehmen und Anträge zu stellen.

Die Mitglieder der Sektion Deutschland sind zugleich Mitglieder der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie.

§ 5. Förderer sind jene Mitglieder, welche als einmaligen Beitrag eine größere Summe mindestens aber M. 100.— dem Vereine stiften. Sie haben die Rechte der ordentlichen Mitglieder.

§ 6. Wer der Sektion Deutschland als Mitglied beitreten will, muß von einem Mitgliede vorgeschlagen werden. Die erfolgte Aufnahme ist unter Zusendung der Satzungen im Vereinsorgane bekanntzugeben.

§ 7. Personen, die sich besondere Verdienste um die Photogrammetrie erworben haben, können auf Vorschlag der Sektionsleitung zu Ehrenmitgliedern ernannt werden.

§ 8. Zur Erledigung der Vereinsangelegenheiten wird ein Vorstand, ein Schriftführer und ein Kassierer gewählt. Die Annahme der Wahl verpflichtet auf zwei Jahre zur Führung der Geschäfte. Nach zwei Jahren hat Neuwahl zu erfolgen, Wiederwahl ist gestattet.

§ 9. Der Jahresbeitrag beträgt inklusive Bezug des Archivs M. 12.— und wird mit Beginn des Kalenderjahres durch die Post eingezogen. Institute und Korporationen verzichten auf die Vorteile der Einzelmitgliedschaft und bezahlen den bisherigen Beitrag von M. 20.— (Bezugskosten für das Archiv). Angehörige anderer Länder, welche der Sektion Deutschland beigetreten sind, zahlen ihren Jahresbeitrag bei der deutschen Sektion so lange ein, bis in ihrer Heimat eine selbständige Sektion der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie entstanden ist. Sie haben dann der Sektion ihres Landes als Mitglieder beizutreten.

§ 10. Alle Vereinsangelegenheiten, Satzungsänderungen, Rechnungsablage, Anträge der Mitglieder werden im Vereinsorgane veröffentlicht und zur Diskussion gestellt. In unentschiedenen Fällen gelten die Satzungen der Muttersektion „Österreich".

§ 11. Die Mitgliedschaft erlischt bei freiwilligem Austritt. Anzeige muß drei Monate vor Ablauf des Kalenderjahres dem Vorstande bekannt gegeben werden.

§ 12. Ein Mitglied, das den Interessen des Vereins entgegen arbeitet, kann auf Antrag der Sektionsleitung ausgeschlossen werden.

IV. Auflösung der Sektion „Deutschland".

§ 13. Auflösung erfolgt durch Beschluß von mindestens drei Viertel der Stimmen der Mitglieder. Bei Fassung dieses Beschlusses muß über die Verwendung des Vereinsvermögens entschieden werden.

§ 14. Vorstehende Satzungen treten mit dem Tage der Eintragung in das Vereinsregister in Kraft.

Vereinsleitung.

Die Vereinsleitung setzt sich aus folgenden Herren zusammen:

Vorstand:

Dr. Max Gasser, Jena, Kahlaischestraße 2, I.

Schriftführer ab 1. Jänner 1911:

M. Schiller, Landmesser, Bernkastl-Saargebiet.

Kassier:

Dipl.-Ing. F. Schneider, Jena, Berghofsweg 6.

Die Mitglieder werden gebeten, den noch außen stehenden Mitgliedsbeitrag von M. 12.— für 1911 bis [illegible] 1. November 1911 an den Kassier des Vereins Herrn Dipl.-Ing. F. Schneider, Jena, Z[illegible]werk (mit Bestellgeldgebühr M. 0.05) einzusenden, andernfalls wird der Beitrag durch die Post eingezogen.

Mitgliederverzeichnis der Sektion „Deutschland" der „Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie".

(1. September 1911.)

1. Andonović, D., Ing.-Dozent, Belgrad, Pop Lukina 4.
2. Becker, C., Oberleutnant, Artillerie-Prüfungskommission, Wilmersdorf, Berlin, Güntzelstraße 49.
3. Bloch, Kreislandmesser, Ballenstedt (Harz), Herzgl. Vermessungsamt.
4. Brunner, E., Major im topogr. Bureau des bayr. Generalstabs, München.
5. Dürr, L., Oberingenieur, Luftschiffbaugesellschaft Zeppelin, Friedrichshafen.
6. Feil, E., Reg.-Baumeister, Eregli, Asiat. Türkei (Bagdadbahnbau).
7. Finsterwalder, Dr. S., Prof. an der Techn. Hochschule, Mitglied der Kgl. bayr. Akademie der Wissenschaften, München, Flüggenstraße 4.
8. v. Frankenberg u. Ludwigsdorf, C., Vorsitz. d. Kaiserl. Aeroklubs. Berlin, Hollendorfplatz 5.
9. Freyberg, W., Ingenieur, St. Petersburg, Odessaerstraße 12/3
10. Gasser, Dr. M., Dozent für Geodäsie an der Techn. Hochschule Darmstadt, Jena, Kahlaischestraße 2.
11. Gerardi, Kgl. Landmesser, Münster, Rudolfstraße 10.
12. Glimmer F., Kapitän, Luftschiffbaugesellschaft Zeppelin, Friedrichshafen.
13. Günther, Dr. L., Ingenieur (A. G. Goerz, Berlin), Berlin-Friedenau.
14. Gropp, Kgl. Landmesser, Enskirchen, Cölnerstraße 15, I.
15. Helbling, Dr. R., Bergingenieur, Flums-St. Gallen.
16. Johannsen, N. F., Kapitän, Generalstabens topografiske, Kopenhagen.
17. Karwick, H., Kgl. Landmesser, Kaiserl. Werft, Wilhelmshaven.
18. Kempf, R., Direktor der I. Deutschen Automobilfachschule, Mainz-Zahlbach.
19. Kreutzer, F., Ingenieur, Insp. d. serb. Staatsbahnen, Belgrad, Karagjoigje 91.
20. Kutter, Viktor, Physiker, Darmstadt, Dieburgerstraße 74 III.
21. v. Lüpke, Regierungsrat, Kgl. Meßbildungsanstalt, Berlin-Friedenau, Friedrich-Wilhelmplatz 7.
22. Lüscher, H., Dipl.-Ing., Eregli, Asiat. Türkei (Bagdadbahnbau).
23. Luther, Dr. L., Professor, Dresden, Bernhardtstraße 3.
24. Muizhoff, W., Ingenieur, Eregli, Asiat. Türkei (Bagdadbahnbau).
25. Müller, Dr. C., o Professor an der landwirtschaftl. Hochschule in Bonn-Poppelsdorf, Argelanderstraße 58.
26. v. Nieber, S., Exzellenz, Generalleutnant z. D., Berlin, Hollendorfplatz 5.
27. Parschin, H., Bergakademiker, Freiberg-Sa., Fürstental 6.
28. Pulfrich, Dr. C., Wiss. Mitarbeiter d. Fa. Carl Zeiss, Jena, Kriegerstraße 8.
29. Reinisch, A., Ingenieur, Dresden, Vorwerkstraße 4.
30. Runge, Dr. C., Professor an d. Universität Göttingen, Goldgraben 20.
31. Schatte, J., Hauptmann, Militärtechn. Akademie Charlottenburg, Berlin W. 50, Würzburgerstraße 12/13.
32. Schewior, Kgl. Landmesser, Universitätslektor, Münster i. W., Augustastraße 57.
33. Schiller, M., Kgl. Landmesser, Bernkastl-Saargebiet.
34. Schleyer, W., Geh. Baurat, Prof. a. d. Techn. Hochschule, Hannover, Alleestraße 4.
35. Schmidt, C., Dipl.-Ing., Assist. für Geodäsie a. d. Hochschule, Dresden.
36. Schmidt, F., Dipl.-Ing., Assist. a. d. Techn. Hochschule, Darmstadt.
37. Schmit, J., Ingenieur, Darmstadt, Liebigstraße 43.
38. Schneider, Fr., Dipl.-Ing. (Carl Zeiss, Jena). Jena, Berghofsweg 6.
39. Schreiber, Dr., Ing., Kgl. Bauamtmann, Niedersedlitz bei Dresden, Bismarckstraße 14.
40. Schultze, Dr. L., Professor an der Universität, Kiel.
41. v. Soden, Freiherr, A., Dipl.-Ing., Luftschiffbaugesellschaft Zeppelin, Friedrichshafen.
42. Solger, Dr. F., Prof. am geolog. Institut d. Kaiserl. Universität, Peking.
43. Solowjeff, S., Prof. der Geodäsie a. d. Moskauer Kaiserl. Ingenieurschule, Moskau.
44. Stratmann, J., cand. math., Göttingen, Falkenmühlenweg 25.
45. Süring, Dr. R., Prof. Meteorolog., Observatorium, Potsdam.
46. Kgl. Württ. Fachschule für Vermessungswesen (Prof. Weitbrecht), Stuttgart.
47. Unte, J., Assistent a. d. Kgl Meßbildungsanstalt, Berlin, Schinkelplatz 6.
48. v. Unterrichter-Rechtenthal, Freiherr, L, Dipl.-Ing., Wien IV., Goldeggasse 7.
49. Walter, O., Dipl.-Ing. in Firma Grün u. Bilfinger, Mannheim.
50. Wilke, O., Hauptmann a. D., Luftschiffbaugesellschaft Zeppelin, Friedrichshafen.
51. Wilski, Dr. P., Professor für Geodäsie und Markscheidekunde a. d. Kgl. Bergakademie, Freiberg-Sa., Forstweg 17.
52. Würschmidt, Dr. J., Assistent a. physik. Institut, Erlangen.
53. Karl Zeiss, Firma, Jena.
54. v. Zeppelin, Graf, Exzellenz, Dr. Ing., General der Kavallerie z. D., General à la suite S. M. d. Königs v. Württemberg, Friedrichshafen.

55. v. Zeppelin, jun., Graf, F., Dipl.-Ing., Friedrichshafen.
56. Ziegler, Oberlehrer und Ingenieur am Technikum der freien Hansastadt, Bremen, Donaudtstraße 28.
57. Zimmer, G., Ingenieur, Altona, Flottbeckerschaussee 137.

Bibliothek der Gesellschaft.

Pulfrich Dr. C.: „Stereoskopisches Sehen und Messen", Fischer, Jena 1911.
Pulfrich Dr. C.: „Vorschriften für die Justierung der Stereokomparatoren durch den Beobachter", Meß 249, Jena 1911.
Schleußner Dr. C.: „Photo-Hilfsbuch", Schleußner, Frankfurt a. M. 1911.
Wimmer F. P.: „Praxis der Makro- und Mikro-Projektion", Nemnich, München 1911.
Wolf-Czapek K. W.: „Angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik", 4 Teile, Union Deutsche Verlagsgesellschaft, Zweigniederlassung Berlin 1911.

Schluß der Redaktion am 30. September 1911.



Fig. 5.



Fig. 11.



Fig. 12



Fig 15.

